

40.42
Б44

X

В. И. БЕЛЬСКИХ

**ДИАГНОСТИРОВАНИЕ
И ОБСЛУЖИВАНИЕ
СЕЛЬСКО-
ХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ТЕХНИКИ**



40.42

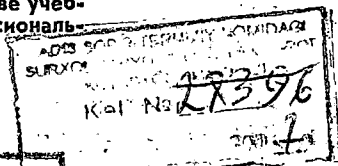
УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ КАДРОВ
МАССОВЫХ ПРОФЕССИЙ

В. И. БЕЛЬСКИХ

**ДИАГНОСТИРОВАНИЕ
И ОБСЛУЖИВАНИЕ
СЕЛЬСКО-
ХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ТЕХНИКИ**

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

Одобрено Ученым советом Государствен-
ного комитета СССР по профессионально-
техническому образованию в качестве учеб-
ника для средних сельских профессиональ-
но-технических училищ



МОСКВА «КОЛОС» 1980

ББК 40.72

Б44

УДК 631.3.004.5(375.3)

Рецензенты — сотрудники ГОСНИТИ доктор технических наук, проф. *В. М. Михлин* и кандидаты технических наук *Л. М. Духовный, А. А. Сельцер, Н. М. Хмелевой.*

Редактор — инженер *Н. Д. Нагайцева*

Бельских В. И.

Б 44 Диагностирование и обслуживание сельскохозяйственной техники. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Колос, 1980. — 575 с., ил. — (Учебники и учеб. пособия для кадров массовых профессий).

Книга представляет собой учебник для сельских профессионально-технических училищ, написанный в соответствии с программой подготовки мастеров по диагностированию сельскохозяйственной техники. В нем изложены основы технических измерений, рассмотрены общие вопросы диагностики и прогнозирования технического состояния тракторов и сельскохозяйственных машин, описаны средства и технология диагностирования, даны рекомендации по организации технического обслуживания с применением средств диагностирования.

$\frac{40202-279}{Б \quad 035(01)-80}$ 38—80. 3802040400

ББК 40.72

631.303

© Издательство «Колос», 1980

Современное сельскохозяйственное производство характеризуется укреплением и качественным изменением его материально-технической базы. На полях страны работает все больше мощных энергонасыщенных и высокопроизводительных машин, таких, как тракторы К-700, К-701, Т-150, Т-150К, МТЗ-80, МТЗ-82, комбайны СК-5 «Нива», СК-6 «Колос», СКД-5 «Сибиряк», большегрузные автомобили и др.

В этой связи особое значение приобретают вопросы эффективного использования техники.

Большие расходы на содержание техники прежде всего обусловлены низким качеством ее обслуживания и преждевременным ремонтом.

Исследования, проведенные ГОСНИТИ, ЛСХИ, НАТИ и другими организациями, показали, что более половины тракторных дизелей направляется на ремонт с недоиспользованием моторесурса на 40...70%. Не имея возможности определить износное состояние дизеля вследствие недостатка средств диагностирования и отсутствия высококвалифицированных кадров, механизаторы нередко делают заключение о необходимости постановки трактора на ремонт по причине пониженной мощности и перерасхода топлива или же после плановой межремонтной наработки. Между тем срок службы однотипных машин далеко не одинаков: он зависит от разнообразия условий эксплуатации, режимов работы и качества деталей. Отсюда следует, что каждую

конкретную машину надо направлять на ремонт в соответствии с ее фактическим состоянием.

Одним из основных путей резкого сокращения затрат денежных средств на обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники является повсеместное внедрение специализированного технического обслуживания машин (в первую очередь тракторов, автомобилей и комбайнов) с использованием эффективных методов и средств диагностирования.

Так, во многих хозяйствах Ленинградской, Харьковской, Черниговской, Николаевской, Гомельской и Саратовской областей, в Ставропольском и Краснодарском краях, где внедрено специализированное техническое обслуживание тракторов с использованием средств диагностирования, сменная наработка машинно-тракторных агрегатов увеличилась на 15...20%, простои машин по техническим причинам сократились в 2...2,5 раза, коэффициент технической готовности достиг 95...97%. Кроме того, это мероприятие позволило на 30% снизить количество капитальных ремонтов тракторов и зерноуборочных комбайнов на 10...15% сократить эксплуатационные издержки на содержание техники. Годовая экономия средств только на ремонте и техническом обслуживании одного трактора составила в среднем 130...150 руб.

Огромный технико-экономический эффект дает внедрение технического диагностирования — одной из основных составных частей планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта машин. Оно позволяет полнее использовать межремонтный ресурс машин, устранить необоснованную разборку механизмов, сократить простои машинно-тракторных агрегатов вследствие технических неисправностей, снизить трудоемкость ремонта и технического обслуживания, повысить мощность и экономичность самоходных машин.

Техническое диагностирование позволяет прогнозировать ресурс объекта диагностирования до очередного ремонта в соответствии с поставленным диагнозом и наработкой от начала эксплуатации новой или отремонтированной машины. Оно дает возможность не только определять техническое состояние составных частей машины, но и устанавливать виды и объемы ремонтных работ безразборными методами, осуществить переход на ремонт агрегатным методом сложных машин.

Благодаря техническому диагностированию и увеличению объема ремонтных работ агрегатным методом сокращается количество капитальных ремонтов. Например, после внедрения технического диагностирования тракторов в Богодуховском районе Харьковской области количество капитальных ремонтов сократилось в 1,5 раза.

Однако экономический эффект от внедрения диагностирования снижается по причине непригодности к нему сельскохозяйственной техники (особенно тракторов и самоходных шасси), поэтому трудоемкость диагностирования пока еще остается высокой. В настоящее время ГОСНИТИ совместно с другими организациями проводит работы по улучшению конструкций тракторов с точки зрения приспособленности их к диагностированию, унификации мест присоединения измерительных преобразователей, снижению трудоемкости монтажа и демонтажа средств измерений.

В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 1 сентября 1977 года «О мерах по повышению эффективности использования сельскохозяйственной техники, улучшению ее сохранности, обеспечению колхозов и совхозов кадрами механизаторов и закреплению их в сельском хозяйстве» большое внимание уделено совершенствованию инженерно-технической службы в сельском хозяйстве страны.

С каждым годом сельскохозяйственная техника становится все сложнее и многообразнее. Одновременно совершенствуются методы, а также средства ее диагностирования и технического обслуживания. Наряду с выпуском простых средств диагностирования увеличивается производство электронных приборов, разрабатываются перспективные автоматизированные системы и устройства. В этой связи резко повышаются требования к кадрам механизаторов, проводящим диагностирование и обслуживание сельскохозяйственной техники, к уровню их подготовки в сельских профессионально-технических училищах.

Колхозы, совхозы и райсельхозтехники (районные производственные объединения по материально-техническому обеспечению сельского хозяйства) должны располагать квалифицированными кадрами мастеров-наладчиков и мастеров по диагностированию сельскохозяйственной техники (мастеров-диагностов).

Настоящий учебник написан в соответствии с учебным планом и программой подготовки мастеров по диагностированию сельскохозяйственной техники.

Раздел первый

ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Глава I

ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

§ 1. Основные понятия о взаимозаменяемости

Все понятия о допусках и посадках относятся к сопрягаемым (подвижно или неподвижно соединяемым) деталям.

Соединением называют совокупность двух деталей, из которых одна полностью или частично входит в другую.

Соединение двух деталей может быть подвижным (с зазором) и неподвижным (с натягом). Необходимая степень подвижности определяется технологическими и организационными требованиями. Прежде она обеспечивалась в основном длительной подгонкой одной детали к другой, что обходилось очень дорого и тормозило развитие массового производства.

В настоящее время в связи со специализацией и кооперированием производства подгонка не применяется, так как она не обеспечивает взаимозаменяемости деталей. Сборка тракторов, комбайнов и другой сельскохозяйственной техники на конвейере стала возможной благодаря изготовлению взаимозаменяемых деталей.

Взаимозаменяемостью называется свойство одноименных деталей, составных частей, агрегатов, позволяющее устанавливать их в процессе сборки или ремонта машины, а также заменять без предварительной подготовки при сохранении всех требований, предъявляемых к работе механизма, агрегата или машины в целом.

Основа взаимозаменяемости — рациональная система допусков размеров или других параметров изделий (деталей, составных частей, агрегатов). Взаимозаменяемость может быть полной (для всех изделий) и неполной или частичной (при селективной сборке изделий).

Селективная сборка (групповой подбор) машин и механизмов заключается в подборе попарно работающих деталей. При этом поступающие на сборку детали сортируют по размерным группам, внутри которых сопрягаемые детали имеют наиболее благоприятные для соединения фактические размеры (с наиболее близкими полями допусков). В пределах группы изделия используются уже без подбора. Селективная сборка позволяет снизить стоимость изготовления деталей за счет расширения пределов допуска размера партии сопрягаемых деталей, сортируемых затем на размерные группы.

Выход из строя хотя бы одной детали приводит к простоям всего машинно-тракторного агрегата. Быстрое устранение неисправности в процессе эксплуатации возможно лишь при использовании взаимозаменяемых запасных частей. Взаимозаменяемость составных частей сельскохозяйственной техники может быть обеспечена при соблюдении следующих основных условий:

создании машин рациональных конструкций, отвечающих современным требованиям унификации, нормализации и стандартизации в машиностроении, а также правильном оформлении чертежей на основе единой системы конструкторской документации (ЕСКД);

разработке экономически обоснованной технологии производства, при которой выполняются все конструктивные требования, предусмотренные техническими условиями на изготовление составных частей машины;

соблюдении технологического процесса при изготовлении деталей и сборке машин, а также необходимой точности измерений деталей с помощью соответствующего по точности оборудования, приспособлений, режущего инструмента и средств измерений;

обеспечении единства мер путем периодической проверки средств измерений в соответствии с действующими стандартами и инструкциями Госстандарта.

Все это позволяет в значительной мере повысить уровень взаимозаменяемости, который характеризуется *коэффициентом взаимозаменяемости K_v* , равным отношению трудоемкости изготовления взаимозаменяемых составных частей к общей трудоемкости изготовления данного агрегата или машины в целом. С повышением эффективности производства значение этого коэффициента приближается к единице.

Взаимозаменяемость позволяет осуществлять специализацию и широкое кооперирование производства.

Механизаторам часто приходится решать вопросы взаимозаменяемости не только деталей, но также агрегатов и других сложных составных частей машин. Например, давление в главной масляной магистрали двигателя зависит как от зазоров в сопряжениях коленчатого вала, так и от производительности масляного насоса, т. е. является обобщенным параметром, характеризующим изношенное состояние подшипников коленчатого вала и шестерен масляного насоса. Поэтому, если давление ниже допускаемого (при исправном состоянии сливного и редукционного клапанов), то можно принять два решения: подвергнуть двигатель капитальному ремонту или заменить изношенный масляный насос новым и тем самым продлить межремонтный ресурс двигателя. Правильность решения зависит от опыта мастера-диагноста. В данном случае, если неисправность случилась в период напряженных полевых работ, когда простой техники влечет за собой потери урожая, должно быть принято второе решение (следует заменить насос).

Возьмем другой пример. Вышла из строя плунжерная пара топливного насоса, проработавшего длительный срок, но вполне пригодного для дальнейшей эксплуатации. В этом случае должно быть принято решение о необходимости замены всех плунжерных пар по следующим соображениям. Во-первых, ввиду того, что на заводах-изготовителях плунжерные пары сортируют по группам (проводят селективную сборку), постановка на насос плунжеров другой группы повлечет за собой нарушение нормального функционирования системы топливоподачи. Во-вторых, если допустить, что номер группы плунжерных пар, ранее установленных на топливный насос, известен, то и в этом случае их следует заменять комплектно, так как изношенные плунжерные пары не взаимозаменяемы с новыми.

Взаимозаменяемость, при которой, наряду с конструктивными параметрами (размерами, формой, взаимным расположением сопрягаемых поверхностей, шероховатостью и др.) учитываются эксплуатационные показатели, связанные с функционированием механизмов агрегата или машины в целом, называют *функциональной взаимозаменяемостью*.

Такая взаимозаменяемость в настоящее время широко используется в машиностроении. Внедрение эффективных методов и средств диагностирования сельскохозяйственной техники способствует ее совершенствованию и широкому практическому применению при техническом обслуживании и ремонте.

§ 2. Размеры и сопряжения деталей машин

Поверхность или размер, по которому происходит соединение двух деталей, называется *сопрягаемой поверхностью* или *сопрягаемым размером*.

При сборке сопрягаемых деталей различают *охватываемую* и *охватывающую* поверхности и соответственно *охватываемый* и *охватывающий* размеры (для цилиндрических поверхностей — сопрягаемые диаметры).

Если охватывающая и охватываемая поверхности представляют собой круглые цилиндрические поверхности, то соединение называется гладким цилиндрическим. Если охватывающая и охватываемая поверхности образованы двумя параллельными плоскостями каждая, то соединение называется плоским с параллельными плоскостями.

У цилиндрических соединений охватывающая поверхность носит общее название *отверстие*, а охватываемая — *вал*. Названия «отверстие» и «вал» условно применимы также и к другим охватывающим и охватываемым поверхностям.

Размеры деталей и соединений являются основными параметрами, характеризующими совершенство конструкции и качество функционирования механизмов машины.

Размер — это числовое значение линейной величины в выбранных единицах измерения.

Основной размер детали, установленный в соответствии с функциональным назначением соединения и служащий началом отсчета отклонений, называется *номинальным размером*. Общий номинальный размер для отверстия и вала, составляющих соединение, представляет собой номинальный размер соединения (рис. 1). Этот размер одинаков как для отверстия, так и для вала. Линия, проходящая через номинальный размер соединения, называется *нулевой линией*.

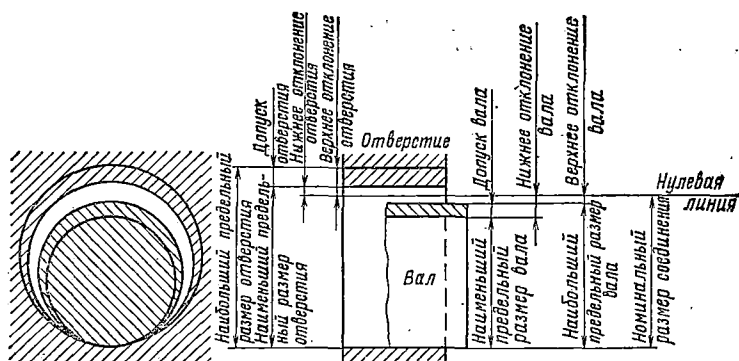


Рис. 1. Схема соединяемых деталей и расположения полей допусков на обработку.

Действительный размер получается в результате измерения с допускаемой погрешностью. Он должен находиться между двумя *предельными размерами* (наибольшим и наименьшим).

Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами составляет *допуск размера*.

На чертежах и в таблицах допуск задается верхним и нижним предельными отклонениями от номинального размера. *Верхним предельным отклонением* называется алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами. *Нижним предельным отклонением* называется алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами. Абсолютную величину и знак отклонения получают вычитанием номинального размера из соответствующего предельного размера.

Действительное отклонение — это алгебраическая разность между действительным и номинальным размерами.

Допуск размера можно также выразить через алгебраическую разность между верхним и нижним отклонениями.

Поле допуска ограничивается верхним и нижним отклонениями. При графическом изображении оно заключается между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии.

Номинальный размер и предельные отклонения указывают на чертежах в миллиметрах. Отклонения записывают с правой стороны с соответствующим знаком (+ или —), причем верхнее отклонение располагают вверху, а нижнее — внизу. При равенстве абсолютных значений верхнего и нижнего отклонений ставится знак $\pm$. Отклонение, равное нулю, на чертежах не представляется.

Разность между охватывающим и охватываемым размерами определяет характер соединения деталей, или *посадку*. Посадка характеризует степень подвижности соединения.

Положительная разность между размером отверстия и размером вала называется *зазором*.

Положительная разность между размером вала и размером отверстия называется *натягом*.

Если детали соединены с зазором, то соединение считается *подвижным*, а при наличии натяга — *неподвижным*. Если же допуски отверстия и вала перекрывают друг друга, то соединение может быть как подвижным, так и неподвижным. В этом случае посадка получается переходной. Такая посадка применяется в сопряжении бобышка поршня — поршневой палец.

Рассеяние действительных размеров деталей в пределах допуска неизбежно приводит к соответствующим отклонениям зазоров и натягов в сопряжениях.

Разность между наибольшим и наименьшим зазорами или натягами, характеризующая собой степень подвижности сопряжения, представляет собой *допуск посадки*. В переходных посадках допуск равен алгебраической разности между наибольшим и наименьшим натягами или сумме наибольшего натяга и наибольшего зазора.

По форме сопрягаемых поверхностей деталей различают следующие соединения: гладкие цилиндрические и конические, плоские, резьбовые, винтовые, зубчатые, червячные, шлицевые и др.

§ 3. Погрешности обработки деталей

Правильность геометрических параметров (формы) детали зависит от точности ее обработки, под которой понимают степень приближения действительных значений геометрических параметров к номинальным (рас-

четным) значениям. Разность между действительным значением того или иного геометрического параметра и его номинальным значением называется *погрешностью*.

Причинами погрешности обработки деталей могут послужить неисправности станка, несовершенство технологической схемы или неправильный выбор режимов обработки, износ режущего инструмента, неточность приспособлений, деформации обрабатываемой детали, инструмента и приспособлений, неточность методов или средств измерений, неоднородность обрабатываемого материала и др.

Погрешности формы деталей называют макрогеометрией. К макрогеометрии цилиндрических поверхностей относятся некруглость и нецилиндричность.

Некруглость характеризуется овальностью (отклонением формы поперечного сечения детали от прилегающей окружности) или огранкой (отклонением формы поперечного сечения детали, при котором действительный профиль сечения представляет собой многогранную фигуру с криволинейными гранями).

Нецилиндричность характеризуется конусностью (отклонением формы, при котором образующие продольного сечения цилиндра прямолинейны, но не параллельны), бочкообразностью (непрямолинейностью образующих, когда диаметры детали увеличиваются от краев к ее середине), седлообразностью (непрямолинейностью образующих, когда диаметры детали уменьшаются от краев к середине) или изогнутостью (непрямолинейностью продольной оси симметрии детали).

К макрогеометрии плоских поверхностей относятся: *непрямолинейность* (отклонение от прямолинейности профиля действительной поверхности, определяемое наибольшим расстоянием от точек действительного профиля до прилегающей прямой), *неплоскостность* (отклонение от плоскости, определяемое наибольшим расстоянием от точек действительной поверхности до прилегающей плоскости), *вогнутость* (отклонение, при котором удаление точек действительной поверхности от прилегающей плоскости увеличивается от краев к середине) и *выпуклость* (отклонение, при котором удаление точек действительной поверхности уменьшается от краев к середине).

К погрешностям взаимного расположения поверхностей у цилиндрических деталей от-

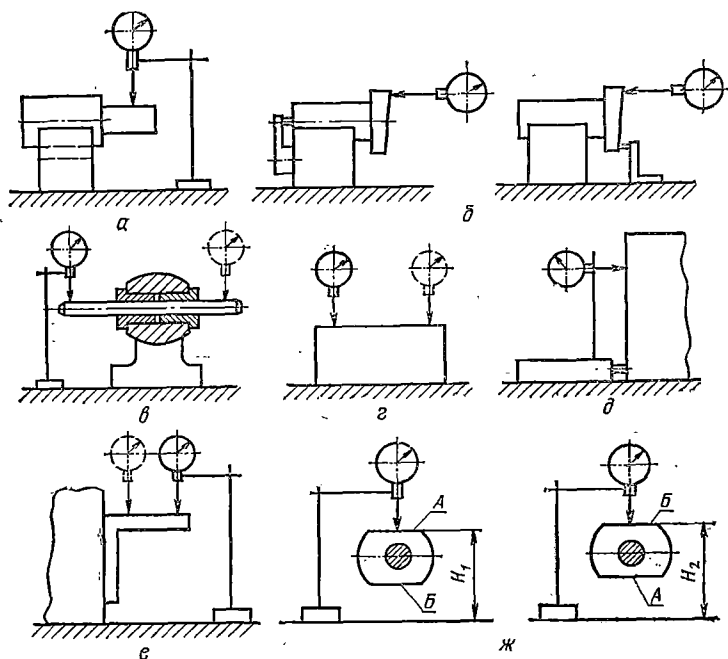


Рис. 2. Схема контроля радиального и торцевого биения (а, б), непараллельности оси отверстия и плоскости основания (в), непараллельности плоскостей (г), перпендикулярности плоскостей (д, е), несимметричности плоскостей (ж).

носятся радиальное и торцевое биение, несоосность и непараллельность осей, непересечение осей, непараллельность оси отверстия и плоскости основания; у плоских деталей — непараллельность, перпендикулярность и несимметричность плоскостей.

Радиальное биение — разность между наибольшим и наименьшим расстоянием от проверяемой поверхности тела вращения до оси вращения в плоскости, перпендикулярной этой оси (рис. 2, а).

Торцевое биение — разность между наибольшим и наименьшим расстоянием от торцевой поверхности детали до плоскости, перпендикулярной оси вращения (рис. 2, б).

Несоосность — наибольшее расстояние между осью рассматриваемой поверхности и осью базовой поверхности.

Непараллельность осей — расстояние на заданной длине между проекциями этих осей на плоскость, проходящую через одну ось и одну из точек другой оси.

Непересечение осей — кратчайшее расстояние между пересекающимися осями.

Непараллельность оси отверстия и плоскости основания — разность между наибольшим и наименьшим расстоянием между осью и плоскостью на заданной длине (рис. 2, в).

Непараллельность плоскостей — разность между наибольшим и наименьшим расстоянием между прилегающими плоскостями на заданной плоскости или длине (рис. 2, г).

Неперпендикулярность плоскостей — отклонение, выражаемое в линейных единицах (мм) на заданной длине (рис. 2, д, е).

Несимметричность плоскостей А и Б — разность расстояний H_1 и H_2 проверяемых плоскостей от оси симметрии (рис. 2, ж).

Предельные отклонения формы и расположения поверхностей установлены ГОСТ 10356—63. Их назначают, если условиями эксплуатации и технологии изготовления деталей предусматриваются особые требования. В остальных случаях эти отклонения ограничиваются полем допуска на размер. Для цилиндрических поверхностей установлено 9 интервалов диаметром от 5 до 2000 мм и 10 степеней точности, из которых первая является самой высокой.

Погрешности обработки деталей, характеризующиеся шероховатостью поверхности, называют микрогеометрией. Шероховатость поверхности представляет собой совокупность неровностей с относительно малыми шагами.

Для оценки шероховатости согласно ГОСТ 2789—73 установлено 14 классов чистоты поверхностей, из которых последний является самым высоким.

Шероховатость характеризуют следующие параметры (один или несколько):

l — базовая длина, используемая для количественного определения параметров шероховатости, мм;

R_a — среднее арифметическое отклонение профиля (среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины), мкм;

R_z — высота неровностей профиля по десяти точкам

(сумма средних арифметических абсолютных отклонений точек пяти наибольших минимумов и пяти наибольших максимумов профиля в пределах базовой длины), мкм;

R_{max} — наибольшая высота неровностей профиля (расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой длины), мкм;

S_m — средний шаг неровностей профиля (среднее арифметическое значение шага неровностей профиля в пределах базовой длины), мм;

S — средний шаг неровностей профиля по вершинам (среднее арифметическое значение шага неровностей профиля по вершинам в пределах базовой длины), мм;

t_p — относительная опорная длина профиля в процентах (отношение опорной длины профиля к базовой длине) при уровне сечения профиля (расстоянии между линией выступов профиля и линией, пересекающей профиль эквидистантно линии выступов профиля), %.

На чертежах шероховатость обозначают для всех поверхностей детали, кроме поверхностей, шероховатость которых не оговорена требованиями конструкции.

Значения параметров шероховатости указывают в ее обозначении согласно ГОСТ 2.309—73:

для параметра R_a — без символа, например 0,25;
для остальных параметров — после соответствующего символа, например $R_{max} 40$; $R_z 25$; $S_m 0,80$; $t_{40} 70^*$.

При указании диапазона значений параметра шероховатости поверхности в обозначении приводят пределы значений параметра, располагая их в две строчки:

0,80	R_z	0,080	R_{max}	0,80	t_{30}	60	и т. д.
0,63		0,063		0,63		80	

В верхней строке указывается значение параметра, соответствующее большей шероховатости.

Номинальное значение параметра шероховатости поверхности в обозначении указывают с допускаемыми отклонениями по ГОСТ 2789—73 (из ряда 10, 20, 40), например $10 \pm 20\%$, $R_z 63_{-10\%}$, $S_m 0,25^{+10}$, $t_{40} 70 \pm 40\%$.

При случае двух и более параметров шероховатости поверхности значения параметров указываются в обозначении сверху вниз в следующем порядке:

над знаком $\sqrt{\quad}$ (слева) — параметры R_a и R_z , пара-

* Обозначение $t_{40} 70$ расшифровывается так: относительная опорная длина $t_p = 70\%$ при уровне сечения профиля $p = 40\%$.

метр шага неровностей профиля S_m , относительная опорная длина профиля t_p ;

под полкой (справа) — базовая длина l .

Промежуточное положение между погрешностями геометрической формы и шероховатостью занимает волнистость поверхности. Она характеризуется чередующимися между собой возвышениями и впадинами, образующими неровности поверхности как в продольном, так и в поперечном направлении. Наиболее часто волнистость и шероховатость поверхностей возникают в результате вибрации системы станок — приспособление — инструмент — деталь (СПИД).

Погрешности обработки деталей оказывают существенное влияние на эксплуатационные качества составных частей машины. Чрезмерные отклонения действительных геометрических параметров от номинальных значений влекут за собой усиленное изнашивание и поломку деталей, ухудшение эксплуатационных характеристик механизмов в результате вибраций, перегрева и др. Особенно опасны отклонения размеров для механизмов, работающих в тяжелых условиях: кривошипно-шатунного механизма, топливного насоса, механизма газораспределения и др.

338010
С другой стороны, не следует увлекаться излишне высоким классом чистоты, так как влияние шероховатости на эксплуатационные характеристики составных частей машины пока изучено недостаточно. Например, при чрезмерно гладкой поверхности гильзы цилиндра на ней хуже удерживается смазка. Слишком высокий класс чистоты обработки поршневых колец и гильз цилиндров дизеля может привести к «схватыванию» их поверхностей.

338010
Волнистость и другие отклонения формы деталей подвижного соединения приводят к неравномерному зазору в сопряжениях, что вызывает преждевременный износ деталей. Так, например, овальность, огранка, бочкообразность, седлообразность, конусность в трущихся сопряжениях приводят к неравномерному распределению смазочного слоя и повышению удельных давлений, что вызывает аварийное изнашивание деталей.

Более точный метод обработки детали обеспечивает меньшую шероховатость поверхности. Поэтому в каждом отдельном случае при выборе класса чистоты, сле-

Сурхандарьёнская ОБЛАСТНАЯ БИБЛИОТЕКА г. Термеза	Кат. № 17 283.96.001.1

дует учитывать экономически целесообразную точность геометрической формы при различных видах обработки деталей.

Таким образом, точность геометрических параметров и соответствие их отклонений от номинальных значений эксплуатационным требованиям — важнейшее условие повышения надежности и эффективности использования сельскохозяйственной техники.

§ 4. Единая система допусков и посадок СЭВ

Системой допусков называется совокупность рядов допусков, закономерно построенных и оформленных в виде стандартов.

Благодаря системе допусков, впервые введенной в СССР в 1929 г., предоставилась возможность стандартизировать режущий инструмент и средства измерений.

Общесоюзная система допусков характеризуется единицей допуска, классами точности, интервалами диаметров и основанием системы.

Существует определенная зависимость между диаметром обрабатываемой детали и погрешностями геометрических параметров при различных видах обработки: с увеличением диаметра эти погрешности возрастают. Однако как бы точно ни обрабатывались одноименные детали, их размеры имеют поле рассеяния ω (мм), которое подчиняется следующему закону:

$$\omega = Cd^{\frac{1}{x}}, \quad (1)$$

где d — диаметр обрабатываемой детали, мм; C — коэффициент, зависящий от способа обработки; $\frac{1}{x}$ — показатель степени, изменяющийся в пределах 0,3...0,4.

Если диаметр обрабатываемой детали остается постоянным, а требования к точности изготовления повышаются, т. е. допуск уменьшается, то трудность изготовления детали возрастает. Это положение легло в основу построения системы допусков.

С 1 января 1977 г. в СССР вводится единая система допусков и посадок Совета Экономической Взаимопомощи (ЕСДП СЭВ) взамен ранее действующей системы ОСТ. На основе указанной системы составлены стандарты СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 145—75, являю-

щиеся частью ЕСДП СЭВ, разработка которой предусмотрена Комплексной программой дальнейшего углубления и совершенствования сотрудничества и развития социалистической экономической интеграции стран — членов СЭВ.

СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 145—75 устанавливают систему допусков и посадок для гладких элементов деталей (цилиндрических или ограниченных параллельными плоскостями) с номинальными размерами до 3150 мм. В СТ СЭВ 144—75 указаны поля допусков и рекомендуемые посадки, а в СТ СЭВ 145—75 приведены общие положения, ряды допусков и основных отклонений. Эти стандарты разработаны с учетом системы допусков и посадок, изложенной в рекомендациях Р 286—1962 и Р 1829—1970 международной организации по стандартизации (ИСО) и принятой во всех промышленно развитых странах мира. Внедрение стандартов СЭВ отвечает интересам сотрудничества стран — членов СЭВ между собой и с другими странами мира.

Система ИСО отличается от системы ОСТ принципами построения, условными обозначениями допусков и посадок, числовыми значениями предельных отклонений. Стандарты СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 145—75 по сравнению с системой ОСТ имеют следующие технические преимущества: большой диапазон и более равномерную градацию числовых значений допусков, зазоров и натягов, большую универсальность и др.

Единая международная система допусков и посадок позволяет обеспечить наиболее полную взаимозаменяемость составных частей машин, единство технической документации, инструментов и другой технологической оснастки. Благодаря этому повышается эффективность проектно-конструкторских работ, проводимых совместно со странами — членами СЭВ и другими странами, и снижаются затраты на эксплуатацию импортного оборудования.

Допуски и предельные отклонения определены в зависимости от номинальных размеров. В целях упрощения построения системы весь диапазон номинальных размеров разбит на отдельные интервалы. Интервалы размеров в СТ СЭВ 145—75 в основном такие же, как и в системе ОСТ.

Допуски в ЕСДП СЭВ образуют 19 рядов (01, 0, 1, 2, 3, ..., 17) — квалитетов, или степеней точности.

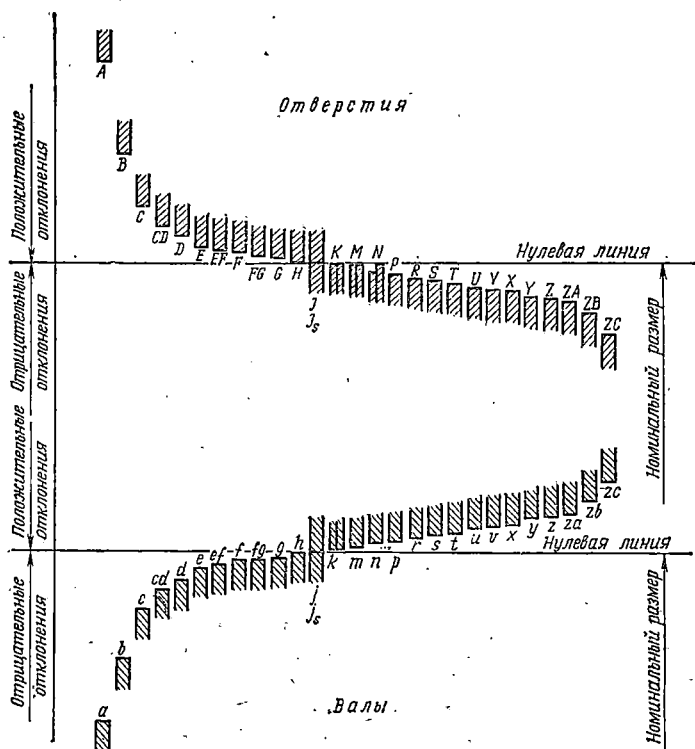


Рис. 3. Условные изображения основных отклонений отверстий и валов относительно нулевой линии в одном интервале номинальных размеров.

Квалитетом называется совокупность допусков, соответствующих одной и той же степени точности для всех номинальных размеров. Порядковые номера квалитетов возрастают с увеличением допуска.

Для квалитетов 5...17 значения допусков определяют, исходя из единицы допуска, и выражают в единицах допуска, каждая из которых является постоянной величиной для данного квалитета.

Единица допуска i (мкм) определяется по формуле:

$$i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001D, \quad (2)$$

где D — диаметр, мм.

На рисунке 3 приведено условное изображение основных отклонений отверстий и валов относительно нулевой линии в одном интервале номинальных размеров.

Основным отклонением в ЕСДП СЭВ называют ближайшее к нулевой линии предельное отклонение. По его величине и знаку определяют положение поля допуска. Для всех полей допусков, расположенных ниже нулевой линии, основным является верхнее отклонение; его условное обозначение для отверстия — *ES*, для вала — *es*. Для полей допусков, расположенных над нулевой линией, за основное принято нижнее отклонение; его условное обозначение для отверстия — *EI*, для вала — *ei*.

Всего предусмотрено по 28 рядов основных отклонений для отверстий и валов. На рисунке поля допуска заштрихованы; второе предельное отклонение не указано (не ограничено линией), поскольку оно зависит от качества. Каждый ряд отклонения обозначается одной или двумя латинскими буквами: большими (прописными) — для отверстия и малыми (строчными) — для вала. В отличие от системы ОСТ обозначения отклонений не являются сокращенными наименованиями посадок (например, Ш—широкоходовая), а приняты в алфавитном порядке.

Размеры сопрягаемых деталей указываются с отклонениями и качествами: при этом сначала записывают номинальное значение размера, а затем отклонение и качество, например *50H7/g6*, или *50H7-g6* (здесь *H7* — отклонение и качество отверстия, *g6* — отклонение и качество вала).

ЕСДП. СЭВ (так же как и ОСТ) предусматривает две равнозначные системы посадок: отверстия и вала.

Системой отверстия называется совокупность посадок, в которых предельные отклонения отверстий одинаковы (при одном и том же качестве и одинаковом номинальном размере), а различные посадки получают за счет изменения предельных отклонений валов. Во всех стандартных посадках системы отверстия нижнее отклонение *H* отверстия равно нулю. Такое отверстие называется *основным*.

Системой вала называется совокупность посадок, в которых при одном и том же качестве и одинаковом

номинальном размере предельные отклонения валов остаются постоянными, а различные посадки получают за счет изменения предельных отклонений отверстий. Во всех стандартных посадках системы вала верхнее предельное отклонение h вала равно нулю. Такой вал называется *основным*.

В системе ОСТ указанные отклонения соответственно обозначались буквами A и B .

Поля допусков в ЕСДП СЭВ образуются сочетанием одного из основных отклонений с допуском по одному из квалитетов. В связи с этим поле допуска обозначается буквой основного отклонения и номером квалитета, например для отверстия $H7$, $D10$; для вала $h7$, $d10$.

Посадки в ЕСДП СЭВ образуются сочетанием полей допусков отверстия и вала. Посадку обозначают в виде дроби или в одну строку после номинального размера сопрягаемых деталей; при этом в числителе или на первом месте указывают поле допуска и квалитет отверстия, а в знаменателе или на втором месте — поле допуска и квалитет вала, например $\varnothing 30H7/g6$, или $\varnothing 30H7-g6$.

§ 5. Допуски и посадки подшипников качения

Подшипники качения относятся к одним из наиболее распространенных деталей тракторов и сельскохозяйственных машин.

Для всех элементов подшипников, в том числе и для присоединительных размеров (соединений наружных колец с корпусами и внутренних колец с валами), установлены допуски и посадки в соответствии с действующими стандартами на гладкие цилиндрические соединения.

При ремонте тракторов и сельскохозяйственных машин объем работ, связанных с заменой подшипников или сопрягаемых с ними деталей, очень велик. Чтобы облегчить ремонт корпусных деталей при износе посадочных мест под подшипники в корпусах и на валах, выпускаются подшипники, у которых диаметр наружного кольца увеличен, а диаметр внутреннего кольца уменьшен. В этих случаях перед буквой, обозначающей класс точности подшипника, ставят букву B на наружном кольце и букву M на внутреннем кольце.

По точности изготовления и сборки подшипники делят на пять классов: Н — нормальный, П — повышенный, В — высокий, А — особо высокий, С — сверхвысокий и три промежуточных: ВП, АВ, СА, где первая буква указывает класс точности внутреннего кольца, а вторая — класс точности наружного кольца подшипника. Условное обозначение класса точности проставляют на обойме перед номером подшипника. Нормальный класс точности на подшипнике не указывается. В тракторах и сельскохозяйственных машинах применяют подшипники только нормального класса, у которых допуски на присоединительные размеры соответствуют примерно классу точности 1, а шероховатость поверхности — классам чистоты 6...8.

Подвижность посадки наружного кольца относительно корпуса осуществляется по системе вала, а внутреннего кольца относительно вала — по системе отверстия. Это объясняется тем, что в первом случае имеется готовый вал, а во втором — готовое кольцо. На сборочных чертежах в посадочных местах под подшипники рядом с буквой, обозначающей поле допуска, ставится индекс «п», что означает «подшипниковая». Например, T_p означает: тугая подшипниковая посадка класса точности 2, T_{1p} означает: тугая подшипниковая посадка класса точности 1 и т. д.

Чтобы установить взаимосвязь между монтажными и выбраковочными параметрами подшипников, наряду с присоединительными размерами необходимо знать зазоры между телами качения (шариками или роликами) и подшипниковыми кольцами. Подвижность одного кольца относительно другого определяется величиной зазора, зависящего от типа подшипника, условий монтажа и нагружения.

В подшипниках различают два вида зазоров: радиальный и осевой. *Радиальный зазор* S — это односторонний суммарный зазор между телами качения и дорожками колец в плоскости, перпендикулярной оси вращения.

Осевым зазором S_o называется полное перемещение одного из колец подшипника в направлении оси вращения из одного крайнего положения в другое при неподвижном положении другого кольца.

Различают три разновидности радиальных зазоров: начальный $S_{нач}$, посадочный $S_{п}$ и рабочий $S_{раб}$.

Начальный радиальный зазор представляет собой зазор в свободном подшипнике до посадки его на рабочее место и определяется по формуле:

$$S_{\text{нач}} = D - (d + 2d_{\text{ш}}), \quad (3)$$

где D — диаметр наружного кольца; d — диаметр внутреннего кольца; $d_{\text{ш}}$ — диаметр тела качения (шарика).

Посадочный радиальный зазор образуется в подшипнике после посадки его на вал и в корпус. Этот зазор всегда меньше начального на величину деформации колец (увеличения внутреннего и уменьшения наружного) при посадке их на вал и в корпус с натягом.

Рабочий радиальный зазор — зазор в подшипнике под нагрузкой при установившемся тепловом режиме. От значения этого зазора зависит долговечность подшипника. Наибольшая долговечность достигается при зазоре, близком к нулю.

Осевой зазор зависит от радиального зазора и типа подшипника. Для однорядных радиальных (опорных) шарикоподшипников величина осевого зазора

$$S_c = 0,4 \sqrt{S d_{\text{ш}}}, \quad (4)$$

где S — радиальный зазор.

Поля допусков и посадок для присоединительных размеров подшипников качения, а также класс точности выбирают по такому же принципу, как и для гладких цилиндрических соединений, принимая за исходные данные номинальный размер и предельные зазоры или натяги. Однако для посадочных отверстий в корпусах и валов отклонения формы ограничиваются более жесткими допусками. Допускаемые отклонения геометрической формы посадочных поверхностей не должны превышать по овальности или конусности следующих значений: для посадочных мест под подшипники классов Н, П и В — 0,5 допуска на диаметр; для посадочных мест под подшипники классов А и С — 0,25 допуска на диаметр.

§ 6. Допуски на угловые размеры и гладкие конические сопряжения

Допуски на угловые размеры, как правило, располагаются симметрично относительно номинального (расчетного) угла. Точность изготовления и измерения угловых размеров зависит от длины образующей конуса, с уменьшением которой точность понижается. Поэтому значение

допуска устанавливают в зависимости от этого параметра.

В целях унификации все углы, применяемые в машиностроении, разделены на три группы.

К *первой группе* относятся нормальные углы общего назначения. Согласно ГОСТ 8908—58, углы этой группы делятся на три ряда. В первый ряд входят углы 0° ; 5° , 15° , 30° , 45° , 60° , 90° , 120° .

Во второй ряд, кроме перечисленных, дополнительно входят углы $0^\circ 30'$, 1° , 2° , 3° , 8° , 10° , 20° , 75° . Третий ряд содержит углы первого и второго рядов и дополнительно имеет углы $0^\circ 15'$, $0^\circ 45'$, $1^\circ 30'$, $2^\circ 30'$ и т. д. Предпочтителен третий ряд. Нормальные углы применяются только для независимых угловых размеров, являющихся исходными при расчете.

Ко *второй группе* относятся нормальные углы, предназначенные для стандартных деталей специального назначения: конусы инструментов, конусы шпинделей, оправки фрезерных станков и др.

К *третьей группе* относятся углы, размеры которых зависят от других угловых или линейных размеров, и поэтому они, как правило, не совпадают с нормальными углами.

Конические соединения обладают рядом достоинств: они позволяют регулировать степень подвижности деталей конической пары в процессе эксплуатации по мере их изнашивания, передавать большие крутящие моменты при сравнительно малых размерах конических пар, фиксировать взаимное положение пар не только в радиальном, но и осевом направлении, обеспечивать самоцентрирование деталей в процессе сборки, а также быстрое их скрепление (разъединение) и др. Основные элементы гладких конических соединений показаны на рисунке 4.

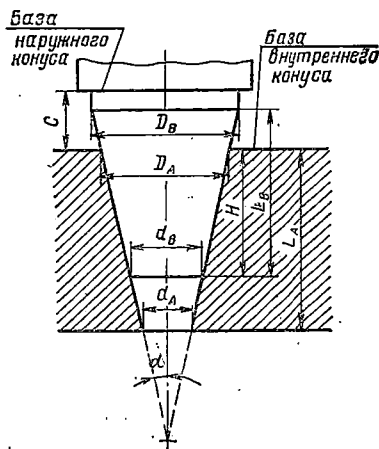


Рис. 4. Основные элементы деталей конического соединения.

Угол уклона α — угол между образующей и осью конуса.

Угол конуса 2α — угол между образующими конуса в осевом сечении.

ГОСТ 8593—57 регламентирует углы конусов 2α и углы уклона α для нормальных конусностей.

Конусность K сечения определяется по формуле:

$$K = \frac{D-d}{L} = 2 \operatorname{tg} \alpha, \quad (5)$$

где D и d — диаметры оснований конуса отверстия или вала; L — расстояние между основаниями конуса отверстия или вала.

Расчетные диаметры D_A , d_A и D_B , d_B — диаметры расчетных сечений конуса соответственно отверстия и вала. В большинстве случаев за расчетные диаметры приняты диаметры оснований конуса.

Длина конуса L_A и L_B — расстояния между основаниями конуса соответственно отверстия и вала.

Длина конического соединения H — высота поверхности конического соединения.

Базовое расстояние C — расстояние между базой наружного конуса и базой внутреннего конуса, определяющее положение одной детали относительно другой.

За нулевую линию в коническом соединении принимают прямую, совпадающую с образующей конуса.

По причине сложности технологии получения требуемых конических поверхностей и контроля геометрических параметров конических соединений допуски и посадки конических соединений машин пока не стандартизованы, за исключением допусков и посадок инструментальных конусов. Как правило, допуски на диаметры (D и d) оснований конуса принимают одинаковыми, кроме тех случаев, когда большой диаметр D значительно отличается от малого d .

В зависимости от допусков на диаметры конической пары относительно нулевой линии конус — вал может занимать различные положения относительно конуса — отверстия. Поля допусков на угловые размеры и гладкие конические соединения, как правило, располагаются симметрично относительно нулевой линии.

К коническим соединениям предъявляются следующие требования:

равномерность прилегания сопрягаемых поверхностей на всей длине или на большей ее части;

определенность осевого положения конуса — вала относительно конуса — отверстия;

обеспечение требуемой подвижности сопрягаемых деталей относительно друг друга.

Обеспечить выполнение первого требования (высокую точность прилегания поверхностей) можно путем взаимной притирки конусов. Недостаток этого приема — нарушение условий взаимозаменяемости. Несоблюдение второго требования может привести к тому, что в неподвижных соединениях не будет обеспечен запас получения необходимого натяга, а в подвижных — не будут созданы условия для компенсации износа, вследствие чего пара будет недолговечной. Требуемая степень подвижности (третье требование) достигается путем изменения базового расстояния, C (рис. 4).

Для угловых размеров и гладких конических соединений установлено 10 классов точности, причем классы 5...10 используют при изготовлении деталей машины, а 1...6 — при изготовлении соответствующего инструмента.

Отклонения от номинального угла между сопрягаемыми поверхностями определяют с помощью универсального угломера.

§ 7. Допуски и посадки шпоночных и шлицевых соединений

В зависимости от назначения и конструкции составной части машины шпоночные и шлицевые соединения могут быть подвижными (шлицевые соединения) и неподвижными (шпоночные).

Шлицевые соединения по сравнению со шпоночными обладают следующими преимуществами: лучшее центрирование ступицы относительно вала; большая прочность и надежность соединения, что позволяет при одинаковых габаритах передавать больший крутящий момент; более равномерное распределение нагрузки в радиальных направлениях. Недостатком шлицевых соединений является сложность ремонта, связанная с восстановлением размеров изношенных зубьев или с заменой соединения. В шпоночном соединении изношенная шпонка может быть заменена без замены ступицы и вала.

В зависимости от конструкции и назначения соединения шпонки могут быть призматическими, клиновыми, сегментными и тангенциальными. В тракторном и сель-

скохозяйственном машиностроении наибольшее распространение получили соединения с призматическими и сегментными шпонками. Шлицевые соединения бывают трех типов: прямобочные (наиболее распространенные), эвольвентные (со сложным профилем зубьев) и треугольные, применяемые в основном для неподвижных соединений.

Концентричность (соосность) деталей шпоночного соединения обеспечивается их центрированием по наружному диаметру, внутреннему диаметру или по боковым поверхностям зубьев. Выбор способа центрирования зависит от типа соединения, эксплуатационных требований и технологии изготовления шлицевых деталей.

К основным геометрическим параметрам шпоночного соединения с призматической или сегментной шпонкой относятся ширина шпонки и паза. Отклонения этих параметров от номинальных значений устанавливают в зависимости от вида соединения: неподвижного по валу и подвижного по ступице, подвижного по валу и неподвижного по ступице и, наконец, неподвижного по валу и ступице. Численные значения отклонений указаны в ГОСТ 7227—58.

Предельные отклонения параметров шлицевых соединений выбирают в зависимости от способа центрирования и вида посадки по поверхностям центрирования.

Для прямобочных шлицевых соединений установлены три предельных отклонения (верхних и нижних): суммарное (нижнее — для размеров отверстия и верхнее — для размеров вала); диаметра центрирующей поверхности; ширины впадин отверстия и толщины зубьев вала. Номинальные размеры прямобочных шлицевых соединений и предельные отклонения по центрирующим поверхностям в зависимости от вида посадки указаны в ГОСТ 1139—58.

Соединения с эвольвентным профилем зубьев центрируют по толщине зуба на делительной окружности и по наружному диаметру. Для этих соединений, как и для прямобочных, установлены три предельных отклонения. Параметры шлицевых соединений с эвольвентным профилем указаны в ГОСТ 6033—51.

Качество изготовления шлицевых деталей контролируют с помощью комплексных калибров: вал проверяют комплексным шлицевым кольцом, а отверстие — комплексной шлицевой пробкой.

§ 8. Допуски на резьбы и резьбовые соединения

Резьбы и резьбовые соединения классифицируют по следующим признакам:

- по назначению — общие и специальные;
- по профилю витков — треугольные, трапецеидальные, пилообразные, прямоугольные, полукруглые;
- по количеству витков — однозаходные и многозаходные;
- по типу поверхности отверстий и стержней, предназначенных для нарезания резьбы, — цилиндрические и конические;
- по принятой единице измерения линейных размеров — метрические и дюймовые*.

Резьбы общего назначения, используемые во всех отраслях промышленности, применяются в следующих случаях:

- при скреплении деталей (составных частей) и регулировочных устройств;
- при плотном соединении труб и других деталей, например сливных пробок и бонок с отверстиями для слива жидкостей из емкостей;
- при передаче движения, например с помощью микрометрического винта.

Для крепежных резьб основными требованиями являются прочность соединения и сохранение плотности стыка при длительной эксплуатации; для трубных и конических резьб — обеспечение герметичности соединения; для резьб, применяемых с целью точного перемещения, — обеспечение высокой точности параметров винтовой пары.

Различают резьбы с крупным и мелким шагом. Резьбы с мелким шагом применяются при соединении тонкостенных деталей, при ограниченной длине свинчивания, для точных перемещений, а также в тех случаях, когда требуется повышенная прочность соединения.

В тракторном и сельскохозяйственном машиностроении наибольшее распространение имеют цилиндрические крепежные (однозаходные) резьбы. К основным параметрам однозаходных цилиндрических резьб, характеризующим геометрию, эксплуатационные качества резьбового соединения и технологию нарезания резьбы, относятся следующие:

* В СССР применяется только метрическая резьба.

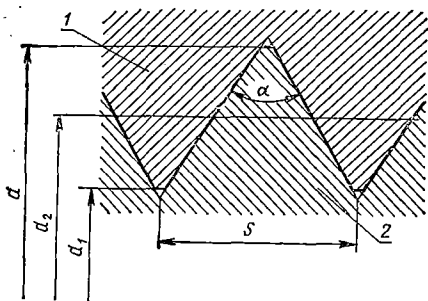


Рис. 5. Профиль резьбового соединения:

1 — гайка; 2 — болт.

d — номинальный наружный диаметр резьбы (рис. 5); d_1 — номинальный внутренний диаметр резьбы; d_2 — номинальный средний диаметр резьбы; S — шаг резьбы; α — угол профиля резьбы. По среднему диаметру выбирают посадку резьбового соединения. Наибольшее распространение получили резьбы с углом $\alpha=60^\circ$.

При изготовлении резьбовых деталей неизбежны погрешности профиля резьбы и ее элементов (неконцентричность винтовой и цилиндрической поверхностей, несовпадение углов профиля винта и гайки и др.), которые приводят к ухудшению качества резьбового соединения (нарушению свинчиваемости).

Рассмотрим основные погрешности элементов резьбы и причины их возникновения.

Погрешность шага ΔS — представляет собой разность между действительным и номинальным значениями шага. Она получается вследствие неточности резьбообрабатывающего инструмента и шага ходового винта, износа станка, а также температурных деформаций винта и обрабатываемой детали. В случае погрешности шага у болта или гайки свинчивание возможно только тогда, когда по среднему диаметру образуется зазор при уменьшении среднего диаметра резьбы болта или увеличении среднего диаметра резьбы гайки. Величина такого изменения среднего диаметра называется диаметральной компенсацией погрешности шага резьбы f_s .

Погрешность половины угла профиля $\Delta\alpha/2$ — разность между действительным и номинальным значениями половины угла профиля $\alpha/2$ (по полному углу α перекус резьбы установить нельзя). Причинами появления погрешности угла профиля могут служить погрешности изготовления резьбообразующего инструмента, не-

правильная его установка, перекос оси детали и др. Свинчивание резьбовых деталей, имеющих погрешность угла профиля, возможно только в том случае, если по среднему диаметру образуется зазор. Как и в предыдущем случае, этот зазор может быть получен за счет уменьшения среднего диаметра резьбы болта или увеличения среднего диаметра резьбы гайки. Величина такого изменения среднего диаметра называется диаметральной компенсацией погрешности угла профиля f_{α} .

Погрешность среднего диаметра Δd_2 — отклонение действительного значения среднего диаметра от его номинального значения. Чтобы обеспечить свинчиваемость резьбовых деталей в данном случае, необходимо получить такую разность средних диаметров, которая была бы не меньше диаметральной компенсации погрешностей шага и половины угла профиля.

Ввиду геометрической взаимосвязи между шагом, углом профиля и средним диаметром резьбы отклонения и допуски раздельно для этих параметров не назначаются (кроме резьбовых соединений с натягом). Устанавливают только суммарный допуск на средний диаметр b , который определяется по формуле:

$$b = \delta_d + f_s + f_{\alpha}, \quad (6)$$

где δ_d — допуск на собственно средний диаметр резьбы.

В соответствии с изложенным в основу классификации резьб по точности и посадкам положены допуски по среднему диаметру, а характер соединения определяется по боковым сторонам профиля.

Посадки резьбовых соединений могут быть скользящими, с зазором и с натягом.

Скользящие посадки приняты не только по среднему, но и по наружному и внутреннему диаметрам. Это даёт возможность исключить натяг по вершинам и впадинам резьбы. Резьбовые соединения со скользящей посадкой наиболее распространены.

Посадки с зазором обеспечиваются за счет уменьшения размеров болта или за счет увеличения размеров гайки по сравнению с их номинальными значениями, а также за счет того и другого. Резьбовые соединения с зазором применяют в условиях высоких температур и при нанесении на них антикоррозионных покрытий.

Посадки с натягом достигаются за счет увеличения размеров болта или за счет уменьшения размеров гай-

Погрешности изготовления и сборки силовых передач вызывают динамические нагрузки, вибрации, шум, нагрев и концентрацию напряжений на отдельных участках зубьев. Погрешности изготовления кинематических передач нарушают согласованность движения, что приводит к ошибкам относительного положения звеньев.

Зубчатые и червячные передачи должны обеспечить:

полноту контакта сопряженных зубьев, т.е. прилегание зубьев по длине и высоте зуба;

высокую кинематическую точность (стабильность передаточных отношений и согласованность углов поворота ведущего и ведомого колес);

плавность работы передачи (без шума и вибраций);
требуемый (оптимальный) боковой зазор в зацеплении в течение длительного периода эксплуатации машины.

Погрешности отдельных параметров зубчатых и червячных передач оказывают существенное влияние на кинематику и динамику не только сопрягаемой пары, но и механизма в целом. Они появляются в процессе изготовления каждого колеса в отдельности и в процессе сборки их в пары. Поэтому стандартами на зубчатые и червячные передачи предусмотрены допуски как на отдельные элементы сопрягаемых пар, так и на расположение их осей после сборки.

Погрешности и система допусков на сопрягаемые детали рассматриваются по каждому типу колес и передач в отдельности (цилиндрическим, коническим и червячным).

Цилиндрические зубчатые колеса и передачи контролируют по 22 параметрам, из которых 18 относятся к точности изготовления отдельных колес, а остальные — к точности сборки. Типы приборов для контроля цилиндрических зубчатых колес указаны в ГОСТ 5368—73.

Рассмотрим характерные погрешности, оказывающие существенное влияние на показатели работы передач, перечисленные в требованиях к ним.

Основным показателем контакта зубьев является *суммарное пятно контакта*. Оно представляет собой часть активной боковой поверхности зуба колеса, на которой располагаются следы прилегания его к зубьям парного колеса после вращения собранной передачи при

легком торможении, обеспечивающем непрерывное контактирование зубьев обоих зубчатых колес. Размеры пятна определяют в процентах длины и высоты зуба (отдельно). Пятно получают с помощью краски.

Пятно контакта характеризует не только точность каждого из колес, но и точность сборки передачи. Причиной уменьшения полноты контакта являются торцовое биение заготовки при обработке, неисправность станка, погрешности сборки колес передачи и др. Вследствие этого, появляются погрешности направления зубьев, непараллельности и перекося осей.

Пятно контакта оказывает существенное влияние на надежность и долговечность зубчатой передачи. Расположение контакта у края зуба вызывает концентрацию усилий у кромки, влекущую за собой изломы и выкрашивания. Неравномерность и неполнота контакта способствуют неравномерному распределению смазки по поверхности и ускоренному изнашиванию зубьев.

К показателям, характеризующим согласованность углов поворота проверяемого и контрольного колес за один оборот контрольного колеса, относится *кинематическая погрешность передачи*. Она представляет собой разность между действительным и номинальным (расчетным) углами поворота ведомого зубчатого колеса передачи $\varphi_{2д} - \varphi_{2н}$ при повороте ведущего колеса на угол φ_1 . Кинематическая погрешность передачи зависит от неточности шага, появляющейся в процессе нарезания зубьев. При эксплуатации по мере изнашивания зубьев колес кинематическая погрешность возрастает вследствие неравномерности износа зубьев.

Основной показатель плавности работы зубчатой передачи — *циклическая погрешность*, которая является частью кинематической погрешности. Она периодически и многократно повторяется за один оборот колеса и наблюдается в случае волнистости на боковых поверхностях зубьев. Даже при незначительной волнистости в быстросходных передачах возникают чрезмерный шум и вибрация, нередко приводящие к поломкам зубьев.

Косвенными показателями бокового зазора в зацеплении зубчатых колес могут служить *длина общей нормали* (прямой, проходящей через точки касания двух параллельных плоскостей с двумя разноименными профилями зубьев) и *толщина зубьев*. Эти показатели взаимосвязаны. Их измеряют нормалемером, тангенциальным

зубомером или штангензубомером. Зазор в зацеплении определяют щупом или прокатыванием свинцовой проволоки и последующим измерением ее толщины с помощью микрометра.

Допуски на параметры цилиндрических зубчатых передач приведены в ГОСТ 1643—72, который соответствует рекомендации СЭВ по стандартизации РС 3352—71. Им установлено 12 степеней точности зубчатых колес и передач, обозначаемых в порядке убывания точности. Для степеней точности 1 и 2 допуски не установлены (эти степени точности являются перспективными).

Для каждой степени точности определены нормы контакта зубьев колес и передач, кинематической точности и плавности работы передач. Независимо от степени точности колес и передач стандарт предусматривает 6 видов сопряжений зубчатых колес в передаче (они обозначаются латинскими буквами *A, B, C, D, E, H* в порядке убывания бокового зазора в зацеплении) и 8 видов допуска на боковой зазор (они обозначаются буквами *x, y, z, a, b, c, d, h* в порядке убывания величины допуска). Видам сопряжений *H* и *E* соответствует вид допуска *h*, а видам сопряжений *D, C, B, A* — виды допуска *d, c, b, a*.

Примеры условных обозначений цилиндрических зубчатых передач:

1) для степени точности передачи 8 с видом сопряжения колес *D* и соответствием между видом сопряжения и допуском на боковой зазор — 8-*D* ГОСТ 1643—72;

2) для степени точности передачи 8 с боковым зазором 600 мкм и допуском на боковой зазор *y*—8-600*y* ГОСТ 1643—72;

3) для степени точности передачи по нормам кинематической точности 8, степени точности по нормам плавности работы 7, степеней точности по нормам контакта зубьев 6, вида сопряжения колес *C*, вида допуска на боковой зазор *b* — 8-7-6-*Cb* ГОСТ 1643—72.

Конические зубчатые колеса и передачи оценивают по тем же параметрам, что и цилиндрические. Однако они имеют ряд специфических особенностей, которые учитываются перечисленными выше обобщенными параметрами. Так, например, на пятно контакта конической передачи существенное влияние оказывают смещение (несовпадение) вершин делительных конусов

и непересечение осей вращения сопряженных зубчатых колес в передаче.

Толщину зубьев конических колес определяют также тангенциальным зубомером или штангензубомером у большого основания делительного конуса. Боковой зазор в зацеплении измеряют с помощью щупа или свинцовой пластины, прокатанной между зубьями.

Для допусков на параметры конических зубчатых передач установлено 12 степеней точности. Самая высокая из них 1, самая низкая 12. На степени точности 1, 2, 3, 4 и 12 допуски и отклонения пока не установлены.

Червячные передачи делятся на две группы: силовые — с нерегулируемым расположением червяка и колеса и кинематические, в которых положение червяка регулируется относительно колеса.

Основной параметр, характеризующий качество работы червячных передач, — пятно контакта. Боковой зазор обеспечивается путем утопания витка червяка. Многие параметры червяков, червячных колес и передач совпадают с параметрами зубчатых передач.

Допуски на параметры червячных передач указаны в ГОСТ 3675—56 и ГОСТ 9774—61. В этих стандартах приводятся 12 степеней точности, обозначаемых в порядке убывания точности. Из них пока не предусмотрены допуски и отклонения на следующие степени точности: по ГОСТ 3675—56 — на 1, 2, 10, 11 и 12; по ГОСТ 9774—61 — на 1, 2, 3, 11 и 12. Для каждой степени точности указаны нормы отклонений, определяющие погрешность червяка, червячного колеса, а также различных элементов передачи.

Контрольные вопросы

1. Что такое взаимозаменяемость?
2. Каковы значение взаимозаменяемости и условия ее обеспечения?
3. Что называется охватываемой и охватывающей поверхностями?
4. Охарактеризуйте размеры деталей и их отклонения от номинальных значений.
5. Назовите погрешности обработки деталей.
6. Как влияет погрешность обработки деталей на эксплуатационные качества составных частей машин?
7. В чем заключаются преимущества единой системы посадок и допусков СЭВ по сравнению с ранее действовавшими системами?
8. Перечислите классы точности подшипников качения. Каковы их условные обозначения?

9. Назовите основные элементы гладких конических соединений.
10. Какие требования предъявляются к коническим соединениям?
11. По каким признакам классифицируют резьбы и резьбовые соединения?
12. Какие виды зубчатых и червячных передач вы знаете?

Глава II

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МЕТРОЛОГИИ, ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

§ 1. Значение измерительной техники для диагностирования машин

Наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности измерений называется *метрологией*. Она охватывает все области технических измерений, проводимых в различных отраслях народного хозяйства.

Измерительная техника используется для получения информации о характеристиках материалов, изделий, технологических процессов, свойствах веществ и физических явлений, размерах деталей, качестве их обработки и др. Все это позволяет судить об эффективности и качестве выпускаемой продукции.

В области технической диагностики измерительная техника используется как с целью определения качества выпускаемых изделий, например новых или отремонтированных тракторов, так и для контроля их состояния при техническом обслуживании.

Применяемые в настоящее время средства измерений отличаются большим разнообразием по назначению и по принципу действия. В них сочетаются механические, электрические, радиотехнические, оптические и другие элементы. Подробно рассмотреть все типы приборов, в том числе и электронных, в данном учебнике не представляется возможным, поэтому здесь описаны лишь наиболее широко применяемые средства диагностирования сельскохозяйственной техники.

При выполнении диагностических работ мастеру-диагносту приходится сталкиваться с разнообразными средствами измерений физических величин (измерительных приборов и инструментов, диагностических приспособлений и прочих устройств), а также применять различные методы диагностирования сельскохозяйственной техники. Чтобы правильно поставить диагноз (дать за-

ключение о техническом состоянии объекта диагностирования) и предсказать ресурс безотказной работы составных частей машин, необходимо получить достаточно высокую точность и достоверность результатов измерений, для чего необходимо твердо усвоить основы технических измерений.

Мастера по диагностированию сельскохозяйственной техники обязаны знать общие принципы построения наиболее распространенных измерительных устройств и систем, как универсальных, так и специальных, предназначенных для диагностирования тракторов и сельскохозяйственных машин. Это позволит им самостоятельно разобраться в особенностях конкретных типов приборов и приспособлений.

Для умелого пользования измерительной аппаратурой и правильной постановки диагноза необходимо изучить основные метрологические термины, а также понятия о единицах измерения, классификации средств измерений, погрешностях измерений, технических характеристиках средств измерений и ряд других специальных вопросов, изложенных в учебнике.

В данном разделе приведены сведения о средствах измерений общего назначения, используемых во многих отраслях народного хозяйства и, в частности, при техническом обслуживании машинно-тракторного парка.

Более конкретные сведения о специальных устройствах, созданных для проверки состояния сельскохозяйственной техники, приведены в третьем разделе учебника при описании технологических процессов диагностирования.

§ 2. Международная система единиц (СИ)

На протяжении всей истории развития измерительной техники размеры единиц физических величин неоднократно менялись. Для одинаковых единиц устанавливались различные размеры, выбор которых нередко носил случайный характер. Наличие нескольких систем единиц измерения физических величин и целого ряда внесистемных единиц, а также трудности при пересчетах в случае перехода от одной системы к другой вызвали необходимость создания единой универсальной системы единиц, которая охватывала бы все отрасли науки и техники и была бы принята в международном масштабе.

В 1960 г. на XI Генеральной конференции по мерам и весам была принята Международная система единиц (СИ). В СССР утвержден в 1961 г. ГОСТ 9867—61 «Международная система единиц». Этот стандарт, предусматривающий предпочтительное применение «Международной системы единиц» во всех областях науки, техники и народного хозяйства, введен в действие с 1 января 1963 г.

В дальнейшем в СИ были внесены отдельные изменения и уточнения, что придало системе еще большую универсальность. В настоящее время СИ включает семь основных единиц, две дополнительные (геометрические) единицы и несколько десятков производных единиц измерений.

Основными называют единицы, которые выбраны произвольно и независимо одна от другой и могут быть воспроизведены вещественными образцами или эталонными методами. В СИ основными единицами являются следующие: метр, килограмм, секунда, ампер, градус Кельвина, кандела и моль.

Согласно ГОСТ 9867—61, основные единицы и методы их воспроизведения определены следующим образом.

Метр (м) — длина, равная 1 650 763,73 длины волны в вакууме излучения, соответствующего переходу между уровнем $2p_{10}$ и $5d_5$ атома криптона 86.

Килограмм (кг) — единица массы, равная массе международного прототипа килограмма, т. е. вещественного эталона. Один из его образцов находится в нашей стране и считается государственным эталоном массы.

Секунда (с) — $1/31\,556\,925,9747$ часть тропического 1900 года января 0 в 12 часов эфемеридного времени*.

Ампер (А) — сила неизменяющегося тока, который, проходя по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малого сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м один от другого, вызвал бы между этими проводниками механическую силу, равную $2 \cdot 10^{-7}$ единиц силы в Международной системе на каждый метр длины.

* Эфемеридным временем называют равномерно текущее время, не зависящее от скорости движения Земли. Тропическим годом называют промежуток времени, через который Солнце занимает одно и то же положение на небесной сфере. Тропический год содержит 365,2422 суток.

Градус Кельвина (К) — единица измерения температур по термодинамической температурной шкале, в которой для температуры тройной точки воды установлено значение 273,16 К. Тройная точка соответствует равновесию твердой, жидкой и газообразной фаз воды.

Наряду с основной термодинамической температурной шкалой применяется международная практическая температурная шкала в градусах Цельсия. Различие этих шкал заключается в расположении начальной (нулевой) точки отсчета; 0° С соответствует 273,15 К. Температурный промежуток в один градус одинаков на обеих шкалах.

Температуру в градусах Кельвина обозначают символом T , а температуру в градусах Цельсия — символом t . Соотношение между ними определяется уравнением:

$$T = t + T_0, \quad (7)$$

где $T_0 = 273,15$ К.

Кандела (кд) — сила света, испускаемого с поверхности площадью $1/600\,000$ м² излучателя в перпендикулярном направлении при температуре излучателя, равной температуре затвердевания платины при давлении 101325 Па.

Моль — количество вещества системы, имеющей столько же структурных элементов, сколько атомов содержится в углероде-12 массой 0,012 кг.

К дополнительным единицам относятся радиан истерадиан. Эти угловые единицы не могут быть введены в число производных, так как они не зависят от размера основных единиц.

Радиан — плоский угол между двумя радиусами круга, вырезающий на окружности дугу, длина которой равна радиусу (1 рад = 57°17'44,8").

Стерадиан — телесный (пространственный) угол, вершина которого расположена в центре сферы и который вырезает на ее поверхности площадь, равную квадрату радиуса сферы. Телесному углу в 1 стер соответствует плоский угол в 65°32'.

Производными называют единицы, размеры которых определены на основании математических зависимостей от основных единиц. В СИ производные единицы определены прямо или косвенно через основные с числовым коэффициентом, равным единице, что является су-

существенным преимуществом данной системы по сравнению с другими системами.

Приведем примеры получения производных единиц:

площадь=длина $\times$ ширина= $1\text{ м}\cdot 1\text{ м}=1\text{ м}^2$;
плотность=масса:объем= $1\text{ кг}:1\text{ м}^3=1\text{ кг/м}^3$;
линейная скорость=путь:время= $1\text{ м}:1\text{ с}=1\text{ м/с}$;
угловая скорость=плоский угол:время= $1\text{ рад}:1\text{ с}=1\text{ рад/с}$;
сила=масса $\times$ ускорение= $1\text{ кг}\cdot 1\text{ м/с}^2=1\text{ кг}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^{-2}=1\text{ Н}$;
давление=сила:площадь= $1\text{ Н}:1\text{ м}^2=1\text{ Н/м}^2=1\text{ Па}$;
массовый расход=масса:время= $1\text{ кг}:1\text{ с}=1\text{ кг/с}$;
объемный расход=объем:время= $1\text{ м}^3:1\text{ с}=1\text{ м}^3/\text{с}$.

§ 3. Внесистемные единицы измерения физических величин

Наряду с единицами СИ ГОСТ 9867—61 временно допускает применение внесистемных единиц: для массы — грамма (г), тонны — (т); для времени — минуты (мин), часа (ч); для скорости — километров в час (км/ч) и др.; для частоты вращения — оборотов в минуту (об/мин), для работы (энергии) — киловатт-часа (кВт·ч) и др.

Применение внесистемных единиц измерения обусловлено многими обстоятельствами.

Во-первых размеры метрических единиц, в том числе и единиц СИ, во многих случаях неудобны для практики: слишком малы или слишком велики. Например, единица давления, равная 1 Па, почти в 100 тысяч раз меньше распространенной до последнего времени единицы давления в 1 кгс/см². Поэтому в новом стандарте приведен перечень приставок для обозначения десятичных кратных и дольных единиц: МПа (мегапаскаль), кН (килоньютон), мВ (милливольт), мкА (микроампер), г (грамм), мкм (микрометр) и др.

Для образования кратных и дольных единиц измерения применяется 14 десятичных множителей и приставок. Мастеру по диагностированию сельскохозяйственной техники наиболее часто приходится оперировать следующими множителями и приставками: мега (множитель 10^6 , обозначение М); кило (множитель 10^3 , обозначение к); санти (множитель 10^{-2} , обозначение с); милли (множитель 10^{-3} , обозначения м); микро (множитель 10^{-6} , обозначение мк).

Новая система единиц допускает также применение кратных, но не десятичных единиц. К ним относятся единицы времени: минута, час (1 мин=60 с; 1 ч=60 мин= $3,6\cdot 10^3$ с).

Во-вторых, в некоторых случаях новые единицы измерения, создавая существенные преимущества при проведении математических расчетов, неудобны для изме-

рения. К ним, например, относится радиан. Поэтому измерение углов в градусах (минутах, секундах) пока будет сохранено.

В-третьих, до настоящего времени при диагностировании сельскохозяйственной техники используются манометры и вакуумметры со шкалами, проградуированными в кгс/см², тахометры — в об/мин, термометры — в градусах Цельсия, тормозные стенды для испытания тракторных и комбайновых дизелей — в лошадиных силах и др.

§ 4. Классификация средств измерений

Измерение представляет собой нахождение значения физической величины (зазора, давления, температуры и т. д.) опытным путем с помощью специальных технических средств.

Результат измерения — это значение величины, найденное путем ее измерения.

Под *методами измерений* понимают научно обоснованную совокупность приемов использования средств измерений.

Средства измерений применяются при измерениях физических величин и имеют нормированные метрологические свойства.

Средства измерений физических величин разделяют на меры, измерительные инструменты и измерительные приборы.

Меры предназначены для воспроизведения физической величины заданного размера. Они могут быть однозначными (воспроизводят физическую величину одного размера) и многозначными (воспроизводят ряд одноименных величин различного размера). К однозначным мерам относятся гиря (мера массы), резистор (мера электрического сопротивления) и др. Многозначные меры — линейка с миллиметровыми делениями, конденсатор переменной емкости и др.

Измерительные инструменты — наиболее простые устройства, служащие для измерения структурных параметров составных частей машин, главным образом расстояний (длин), зазоров, углов, различных профилей и др. Эти устройства могут быть одномерными (бесшкальными) и многомерными, имеющими шкалы или стрелочные указатели.

Одномерные измерительные инструменты предназначены преимущественно для контроля размеров и формы изделия (шаблоны, щупы и др.), а многомерные — для измерения размеров в определенных диапазонах (штангенциркули, штангенглубиномеры, штангензубомеры, штангенрейсмусы, угломеры, микрометрические инструменты, индикаторы, миниметры, оптиметры, компараторы и др.).

Измерительные приборы выдают измерительную информацию в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.

Измерительные приборы применяются в основном при определении технического состояния составных частей машин по косвенным (диагностическим) параметрам, а также в случае контроля режимов диагностирования. Из них наиболее широкое распространение для диагностирования получили приборы, позволяющие измерять скорость, температуру, давление, расход жидкости и газа и др.

Различают образцовые и рабочие средства измерений.

Образцовыми называют средства, предназначенные для воспроизведения и хранения единиц (эталонные), а также для поверки и градуировки рабочих средств измерений (образцовые средства ограниченной точности).

Рабочими считаются все средства, служащие для практических целей измерения и не связанные с передачей размера единиц. Они, в свою очередь, подразделяются на лабораторные и технические.

В случае применения *лабораторных* средств необходимо учитывать поправки к их показаниям, а также влияние различных факторов (температуры, влажности и др.). При пользовании техническими средствами принимают определенную, наперед установленную точность измерения.

Средства измерений классифицируются по разнообразным признакам, которые в большинстве случаев не зависят друг от друга и в каждом конкретном устройстве могут находиться в различных сочетаниях. К числу основных признаков относятся следующие:

- принцип действия;
- способ регистрации показаний;

способ получения числового значения измеряемой величины;

степень защищенности от внешних воздействий;

прочность и устойчивость против механических воздействий;

условия применения;

точность.

Некоторые из перечисленных признаков применимы только к одним типам средств измерений и не применимы к другим. Наибольшим числом признаков характеризуются электроизмерительные приборы.

По принципу действия средства измерений разделяют в зависимости от различных физических явлений, используемых при конструировании приборов. Например, для измерения длины применяют механические, пневматические, оптические и электрические устройства. Принцип действия учитывается при разработке требований к точности и другим характеристикам измерительных устройств.

По способу регистрации показаний средства измерений делят на две основные группы: показывающие и записывающие:

Показывающие средства измерений позволяют оператору производить отсчет измеряемой величины только в данный момент времени.

Записывающие средства измерений снабжены устройствами для автоматической записи показаний, позволяющей провести последующий анализ результатов измерений за некоторый промежуток времени.

Разновидностью записывающих приборов являются приборы с наводкой (с управляемым отсчетом), которые для получения правильного отсчета требуют некоторых воздействий по регулировке и наводке отсчетных приспособлений и других составных частей. К таким приборам относится большинство электромеханических и электронных приборов, в которых процесс наводки, как правило, автоматизирован.

По способу получения числового значения измеряемой величины средства измерений разделяют на две группы: приборы непосредственной оценки и компарирующие приборы (приборы сравнения).

К приборам *непосредственной оценки* относятся устройства, показывающие значения измеряемых вели-

чин на отсчетном приспособлении. Их градуируют и проверяют с помощью образцовых средств измерений.

Компарирующие измерительные приборы предназначены для сравнения измеряемых величин с мерами.

По климатическим условиям эксплуатации, согласно ГОСТ 15150—69, средства измерений разделяют на следующие 5 категорий:

- 1) для работы на открытом воздухе;
- 2) для работы в помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха мало отличаются от колебаний на открытом воздухе, например в палатках, кузовах, прицепах, помещениях без теплоизоляции и др.;
- 3) для работы в закрытых помещениях с искусственной вентиляцией, но без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха и воздействие песка и пыли значительно меньше, чем на открытом воздухе, например в металлических с теплоизоляцией, каменных, бетонных, деревянных и других помещениях;
- 4) для работы в помещениях с искусственно регулируемыми климатическими условиями, например в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных и других, в том числе хорошо вентилируемых подземных помещениях;
- 5) для работы в помещениях с повышенной влажностью, например в неотапливаемых и невентилируемых подземных помещениях, в которых возможно наличие воды или наблюдается частая конденсация влаги.

Для диагностирования сельскохозяйственной техники в основном применяются средства измерения третьей категории.

По устойчивости к воздействию окружающей среды средства измерений в зависимости от их исполнения подразделяются на обыкновенные, защищенные от воздействия пыли, защищенные от воздействия воды, защищенные от агрессивной среды, взрывобезопасные, защищенные от воздействия температуры и влажности окружающего воздуха и др.

По устойчивости к механическим воздействиям различают средства измерений обыкновенного и виброустойчивого исполнения.

По точности средства измерений делятся на классы. Пределы допускаемых погрешностей средств измерений выражаются в виде приведенных погрешностей,

в зависимости от которых средствам измерений присваиваются следующие классы точности: $1 \cdot 10^n$; $1,5 \cdot 10^n$; $2 \cdot 10^n$; $2,5 \cdot 10^n$; $(3 \cdot 10^n)$; $4 \cdot 10^n$; $5 \cdot 10^n$; $6 \cdot 10^n$ (здесь $n=1; 0; -1; -2$ и т. д.).

Классы точности, указанные в скобках, применять не рекомендуется.

Для большинства средств измерений установлено восемь классов точности: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0. Из них образцовые средства имеют классы точности 0,05; 0,1 и 0,2; лабораторные — 0,5; 1,0 и 1,5; технические — 1,5; 2,5 и 4,0.

Точность средств измерений — один из решающих факторов, определяющих погрешность измерений.

Образцовые средства измерений, кроме того, классифицируют по разрядам. К первому разряду относятся наиболее точные образцовые средства измерений, поверяемые по рабочим эталонам*.

§ 5. Основные характеристики средств измерений

К основным характеристикам средства измерений относятся погрешность, вариация показаний, чувствительность, цена деления шкалы, точность отсчета и др.

Значение измеряемой величины, определяемое по отсчетному устройству и выраженное в принятых единицах этой величины, называют *показанием* средства измерений. Значение физической величины, найденное экспериментальным путем и настолько приближающееся к истинному значению, что оно может быть использовано вместо него, называют *действительным значением физической величины*. Однако действительное значение величины — это не истинное ее значение. При измерении любой величины мы никогда не получаем истинного значения, а лишь ее приближенное значение.

Разность между показанием прибора (инструмента) $A_{\text{п}}$ и истинным значением $A_{\text{и}}$ измеряемой величины представляет собой абсолютную погрешность ΔA_0 средства измерений, т. е.

$$\Delta A_0 = A_{\text{п}} - A_{\text{и}}. \quad (8)$$

* Рабочими эталонами называют эталоны, применяемые для передачи размера единицы образцовым средствам измерений высшей точности и, в отдельных случаях, наиболее точным рабочим средствам измерений.

В связи с тем, что истинное значение величины остается неизвестным, практически вместо него используют действительное значение измеряемой величины A_d .

Наибольшая разность между показаниями средства измерений, полученная при многократно повторенных измерениях одной и той же величины при одних и тех же условиях измерений, называется *вариацией показаний*. Такие вариации возникают главным образом вследствие трения в опорах подвижных частей прибора, остаточной деформации измерительных пружин и других причин.

Погрешность средства измерений — одна из его важнейших метрологических характеристик, определяющая степень совершенства средства измерений. Погрешности возникают вследствие многих причин: несовершенства конструкции и технологии изготовления средств измерений, их износа, старения или неисправности и др.

Значение величины, одноименной с измеряемой, прибавляемое к полученному при измерении значению с целью исключения систематической погрешности, называют *поправкой*. При этом поправку, прибавляемую к номинальному значению измерительного прибора (инструмента), называют поправкой к показанию прибора.

Верхний и нижний пределы измерения прибора (инструмента) характеризуется соответственно наибольшим и наименьшим значениями величин, которые могут быть измерены прибором (инструментом).

Относительная погрешность прибора (инструмента) определяется как выраженное в процентах отношение абсолютной погрешности к истинному значению измеряемой величины.

$$\gamma = \frac{\Delta A_0}{A_n} 100. \quad (9)$$

Относительная погрешность приближенно равна отношению абсолютной погрешности к показанию измерительного прибора (инструмента). На практике вместо A_n пользуются A_d .

Приведенной погрешностью измерительного прибора (инструмента) называют выраженное в процентах отношение абсолютной погрешности к какому-либо определенному значению измеряемой величины. Это значение может быть равным верхнему пределу измерений, диапазону измерений и др. Если нижний предел измерения равен нулю, приведенную погрешность выражают в про-

центах верхнего предела измерения данного устройства. Например, приведенная погрешность вольтметра с верхним пределом измерений 50 В при его показании 20,0 В и действительном значении измеряемого напряжения 20,5 В равна 1 %.

Предел допускаемой погрешности прибора (инструмента) представляет собой наибольшую (без учета знака) погрешность, при которой он может быть признан годным и допущен к применению.

Погрешность средств измерений, определяемая при нормальных атмосферных условиях, называется основной погрешностью. В качестве нормальных условий принимают температуру окружающей среды 20°С, атмосферное давление 0,1 МПа, относительную влажность воздуха 65 %.

По величине допускаемой основной погрешности устанавливают класс точности измерительного прибора (инструмента).

Точность измерительного прибора (инструмента) характеризуется величиной погрешности измерения.

О точности прибора нельзя судить по его основной погрешности. Для каждого класса точности устанавливаются уровни точности, обусловленные допускаемой погрешностью измерения. Наивысшая точность, как правило, наблюдается при нормальных атмосферных условиях.

Для отсчета измеряемых величин на шкалах измерительных приборов (инструментов) имеются деления (отметки) и соответствующие им цифры. Цифровые обозначения проставляют только на основных отметках, соответствующих целым или кратным десяти значениям измеряемой величины.

Цена деления шкалы C определяется как разность значений измеряемой величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы. Цена деления может быть определена из формулы:

$$C = \frac{\Delta A}{\Delta m}, \quad (10)$$

где ΔA — изменение измеряемой величины; Δm — перемещение указателя, выраженное в делениях шкалы.

Величина, обратная значению цены деления, является одной из важнейших характеристик прибора (инструмента) и называется *чувствительностью* измерительного прибора (инструмента).

Чувствительность измерительного прибора (инструмента) может быть как абсолютной, так и относительной.

Абсолютная чувствительность

$$S = \frac{\Delta m}{\Delta A} . \quad (11)$$

Относительная чувствительность

$$S_o = \frac{\Delta m}{\Delta A/A_d} . \quad (12)$$

Чем меньше цена деления шкалы, тем больше чувствительность прибора (инструмента).

Понятие «чувствительность» нельзя смешивать с понятием «порог чувствительности», под которым подразумевается наименьшее значение измеряемой величины, способное вызвать малейшее изменение в показании прибора.

Одна из основных характеристик средства измерения — *точность отсчета*, представляет собой минимальную долю цены деления, которую можно получить при измерении, пользуясь отсчетным устройством прибора или инструмента. Например, точность отсчета штангенциркуля в зависимости от конструкции и цены деления нониуса может быть равна 0,1; 0,05 и 0,02 мм.

Контрольные вопросы

1. Назовите преимущества Международной системы единиц СИ по сравнению с другими системами.
2. Перечислите основные единицы измерения, входящие в СИ.
3. Каково различие между основными и производными единицами измерения?
4. Чем обусловлено применение внесистемных единиц измерения?
5. Приведите примеры образования кратных и дольных единиц измерения.
6. Поясните физическую сущность следующих единиц измерения: ньютон, паскаль, джоуль, ватт.
7. Каково различие между размером физической величины и ее размерностью?
8. Что называется мерой, измерительным инструментом и измерительным прибором?
9. По каким признакам классифицируют средства измерений.
10. Перечислите основные характеристики средств измерений.

§ 1. Классификация погрешностей

Даже при самых тщательных измерениях и соблюдении необходимых условий истинное числовое значение измеряемой величины получить невозможно: оно получается с некоторой погрешностью. Это объясняется не точностью показаний измерительных приборов (инструментов), несовершенством способов измерений, влиянием случайных факторов на результат измерения и несовершенством наших органов чувств.

Разность между найденным значением измеряемой величины и ее действительным значением называется *абсолютной погрешностью измерения*. Отсюда действительное значение a измеряемой величины определяют так:

$$a = x \pm \delta, \quad (13)$$

где x — результат измерения; δ — абсолютная погрешность.

Выраженное в процентах отношение абсолютной погрешности измерения к действительному значению измеряемой величины называется *относительной погрешностью измерения*. Относительную погрешность γ (%) обычно выражают в процентах результата измерения, т. е.

$$\gamma = \frac{\delta}{a} 100. \quad (14)$$

Величина, обратная относительной погрешности результата измерения, характеризует *точность измерения*. Например, если погрешность измерения равна 0,5% (0,005), то точность составляет $2 \cdot 10^2$ (1000 : 5).

По абсолютной погрешности нельзя непосредственно судить о точности измерения. Например, при измерении рулеткой с ценой деления 1 мм полный ход рычага управления муфтой поворота $l = 500 \pm 0,5$ мм, а при использовании той же рулетки провисание гусеничной цепи $h = 50 \pm 0,5$ мм. В обоих случаях абсолютная погрешность измерения одинакова (0,5 мм), а относительная погрешность в первом случае $(0,5 : 500) \cdot 100 = 0,1\%$, во втором — $(0,5 : 50) \cdot 100 = 1\%$. Соответственно точность измерения составит 10^3 и 10^2 . Следовательно, при измере-

нии хода рычага она оказалась в 10 раз выше, чем при измерении провисания гусеничной цепи.

Погрешности измерений в зависимости от характера и причин их появления делят на систематические и случайные. Кроме того, в процессе измерений могут появляться грубые ошибки (промахи), обусловленные неверными отсчетами или записью результатов измерений, неправильной схемой включения прибора и другими причинами. Данные, содержащие грубые ошибки, следует отбрасывать, как явно недостоверные. Однако обнаружить их не всегда представляется возможным, особенно при единичном измерении.

Случайными называют погрешности, которые при измерениях данной величины изменяются случайным образом, т. е. их появление не подчиняется какой-либо закономерности. Эти погрешности не могут быть исключены из результатов измерений как систематические погрешности. Однако при повторных измерениях можно получить более точный результат, чем при единичном измерении. Это достигается путем количественной оценки вероятности появления погрешностей на основании теории вероятностей и математической статистики.

На наличие случайных погрешностей указывает получение различных результатов при повторных измерениях одной и той же величины. Чтобы уменьшить влияние таких погрешностей, необходимо измерять данную величину в одинаковых условиях и по возможности большее число раз. Из полученных значений берется среднее арифметическое, которое считается наиболее вероятным для измеренной величины.

Систематическими называют погрешности, которые при повторных измерениях данной величины остаются постоянными или изменяются по определенному закону. Они могут быть учтены при внесении поправок, если числовые значения этих поправок определены, или применением способов измерения, дающих возможность исключить систематические погрешности без их определения.

На практике не всегда удается четко разграничить систематические и случайные погрешности. Для определения систематических погрешностей необходимо знать причины их возникновения. В зависимости от этих причин систематические погрешности разделяются на следующие группы: инструментальные; метода измерений;

отсчитывания; от параллакса; от внешних воздействий; субъективные и др.

Инструментальными считаются погрешности измерений, зависящие от погрешности применяемых средств измерений. Они обусловлены качеством изготовления, свойствами и характеристиками измерительных приборов (инструментов). Эти погрешности зависят от следующих факторов: качества изготовления и сборки деталей прибора и его регулировки, стабильности упругих свойств и линейных размеров деталей, длительности пользования прибором, колебаний температуры, влияющих на изменение параметров измерительных преобразователей, и др.

Погрешности данной группы могут возникать в результате перемещения подвижных частей прибора и трения в сочленениях его деталей. Всем средствам измерений, имеющим шкалу, присущи погрешности градуировки, возникающие вследствие несовершенства конструкции, износа или неисправности приспособлений для нанесения шкал. По этой причине отметки, как правило, получают смещенными в одну сторону, а поэтому результаты измерений всегда содержат одну и ту же погрешность. После длительного пользования измерительными приборами возникают погрешности, являющиеся следствием износа, старения или неисправности средств измерений. Эти погрешности могут быть учтены. Колебания температуры учитывают введением соответствующих поправок.

Погрешности метода измерения — результат тех или иных допущений или упрощений, вносимых при разработке метода. Например, такие погрешности возникают при измерении сопротивления электрической цепи с помощью амперметра и вольтметра, если не учитывать поправки на сопротивление этих приборов.

Погрешности метода измерения часто связаны с несовершенством технологической цепи объект диагностики — прибор.

Погрешности отсчитывания возникают в средствах измерений, принцип действия которых в той или иной мере связан с механическим равновесием (равноплечие весы, маятниковые приборы, грузопоршневые манометры и др.). Они могут быть устранены с помощью прилагаемых к этим средствам уровней, отвесов или ватерпасов.

Погрешности от внешних воздействий появляются вследствие недостаточного знания оператором свойств

применяемой аппаратуры, источника влияющей величины, недооценки им степени воздействия на показания прибора известных источников (тепловых и воздушных потоков, магнитных и электрических полей, изменений атмосферного давления, влажности воздуха и др.).

Субъективные погрешности, как правило, являются следствием индивидуальных свойств человека, обусловленных особенностями его организма или неправильными навыками. Очень важную роль в предотвращении таких погрешностей играет скорость реакции оператора на полученный сигнал. У разных лиц она неодинакова, но у каждого в течение более или менее продолжительного времени достаточно устойчива. Субъективные ошибки зависят от наблюдательности, опытности, внимательности оператора, состояния его органов зрения, слуха и др.

По характеру проявления систематические погрешности подразделяют на постоянные (статические) и переменные (динамические).

Постоянные погрешности характеризуются тем, что в течение всего времени измерений они не изменяются ни по величине, ни по знаку. К ним, например, относятся погрешности большинства мер (гирь, концевых мер длины, магазинов сопротивлений и др.), а также погрешности градуировки шкал измерительных приборов.

Переменные погрешности изменяются в процессе измерений. Они появляются вследствие влияния на результаты измерений неустановившихся режимов работы и переходных процессов, присущих объекту диагностирования, а также других факторов.

§ 2. Способы устранения систематических погрешностей

Устранение источника погрешности до начала измерения наиболее рационально, так как при этом оператор избавляется от необходимости исключения погрешности в процессе измерения или вычисления результата с учетом поправок. В таком случае процесс измерения существенно упрощается и ускоряется.

Влияние температуры устраняют путем термостатирования, т. е. обеспечения постоянства температуры окружающей среды в заданных пределах. В зависимости от требований, предъявляемых к температурному режиму средств измерений, применяют различные способы

термостатирования: естественный (теплоизоляция помещений); искусственный (подогрев или охлаждение).

Влияние электрических и магнитных полей устраняют экранированием.

Вредные вибрации и сотрясения устраняют путем амортизации средств измерений и их составных частей. Для этого используют различного рода поглотители колебаний, например губчатую резину, пружины и др.

Исключение систематической погрешности в процессе измерения осуществляется различными способами в зависимости от ее природы и характера проявления.

Способ замещения получил наибольшее распространение. Он заключается в том, что объект, подлежащий измерению, заменяют известной мерой, находящейся в тех же условиях, что и сам объект.

Примером способа замещения может служить точное взвешивание, когда на одну чашку весов кладут взвешиваемый объект, например изношенную деталь, а на другую — балласт, масса составных частей которого в процессе измерения не меняется (не гигроскопичный, не испаряющийся и т. д.), например дробь. По достижении равновесия взвешиваемый объект снимают, а на его место ставят гири до восстановления равновесия. Суммарное значение массы гирь, потребовавшихся для восстановления равновесия, соответствует значению массы взвешиваемой детали. Такой способ исключает из результата взвешивания погрешность, обусловленную неравноплечностью рычагов весов.

Способ компенсации погрешности по знаку заключается в следующем: проводят измерения с четной повторностью так, чтобы известная по природе, но неизвестная по размеру погрешность входила в результаты измерений с противоположными знаками. Затем подсчитывается среднее значение результатов измерений, вследствие чего погрешность исключается.

Пусть x_1 и x_2 — результаты двух измерений; Δ — систематическая погрешность, природа которой известна, но неизвестно ее значение; x — значение измеряемой величины, свободное от данной погрешности. Тогда $x_1 = x + \Delta$; $x_2 = x - \Delta$.

Среднее значение составит:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2}{2} = \frac{(x + \Delta) + (x - \Delta)}{2} = x. \quad (15)$$

Так, чтобы исключить влияние на результаты измерения магнитного поля Земли, первое измерение проводят при любом положении измерительного прибора, а второе после поворота его в горизонтальной плоскости на 180° относительно первоначального положения.

Способ противопоставления имеет большое сходство со способом компенсации погрешности по знаку. Как и по предыдущему способу, измерения проводят четное число раз так, чтобы причина, вызывающая погрешность, в одной половине измерений оказала противоположное влияние на результаты второй половины измерений.

В качестве примера может служить взвешивание на равноплечих весах, исключающее погрешность от неравноплечности, которая проявляется вследствие неточности изготовления деталей и сборки весов.

При первом взвешивании деталь массой x , помещенную на одну чашку весов, уравнивают гирями общей массы m_1 , помещенными на другую чашку.

Затем гири и деталь меняют местами. При этом равновесие нарушается, так как соотношение плеч не точно равно единице. Для уравнивания массы x потребуются гири общей массы m_2 .

Результат измерения подсчитывают по формуле:

$$x = \frac{m_1 + m_2}{2}. \quad (16)$$

Внесение поправок в результаты измерений осуществляется различными способами. Наиболее распространено алгебраическое сложение результата измерения и поправки (с учетом ее знака). Поправка по числовому значению равна систематической погрешности и противоположна ей по знаку. Другой способ внесения поправки заключается в умножении результата измерения на поправочный коэффициент, который может быть немного больше или меньше единицы. Поправочным множителем пользуются тогда, когда погрешность пропорциональна показаниям прибора в пределах определенного диапазона измерений.

Значение поправки и поправочного коэффициента определяют до проведения измерений проверкой рабочего средства измерений с помощью образцового средства.

§ 3. Обработка результатов измерений, содержащих случайные погрешности*

Допустим, что проведено n измерений величины ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$). В этом случае абсолютные случайные погрешности δ каждого измерения выражаются так: $\delta_1 = x_1 - a$, $\delta_2 = x_2 - a$, $\delta_3 = x_3 - a, \dots, \delta_n = x_n - a$ (здесь a — истинное значение измеряемой величины).

В общем виде абсолютная погрешность i -го измерения

$$\delta_i = x_i - a. \quad (17)$$

Значения $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ большей частью отличаются одно от другого. Но если измерения проводились в равных условиях и с одинаковой тщательностью, то полученные результаты заслуживают одинакового доверия. При этом предполагается, что результаты измерений свободны от систематических погрешностей.

Истинное значение измеряемой величины часто неизвестно, поэтому на практике его заменяют средним арифметическим значением, которое является наиболее вероятным значением искомой величины и подсчитывается по формуле:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}. \quad (18)$$

В этом случае отклонение δ_{x_i} результата i -го измерения от среднего арифметического выражается так:

$$\delta_{x_i} = x_i - \bar{x}. \quad (19)$$

Отклонения от среднего арифметического иногда называют остаточными погрешностями.

Алгебраическая сумма отклонений от среднего арифметического равна нулю, т. е. $\sum_{i=1}^n \delta_{x_i} = 0$. Это свойство среднего арифметического используют для проверки правильности подсчетов.

* Материал этого параграфа излагается применительно к *нормальному закону* распределения случайных величин, которому подчиняется большинство этих величин, в том числе и случайные погрешности. Описание других законов распределения приведено в специальной литературе.

С увеличением числа измерений возрастает количество отклонений от истинного значения измеряемой величины, различных по знакам, но одинаковых по величине. Если число измерений стремится к бесконечности, то алгебраическая сумма всех случайных погрешностей стремится к нулю, а среднее арифметическое приближается к истинному: $\bar{x} \approx a$. Поэтому случайная погрешность всегда имеет два знака: $\pm \delta$.

Чем больше проведено измерений, тем точнее результат. Однако это справедливо в том случае, если строго соблюдаются одинаковые условия измерений, что не всегда возможно. На практике обычно проводят 3...5 измерений, по которым определяют среднее арифметическое.

Точность отдельного измерения оценивают по *средней квадратической погрешности*, являющейся мерой рассеяния (разброса) случайных величин.

Абсолютная случайная (средняя квадратическая) погрешность $\sigma_{\bar{x}}$ отдельного (i -го) измерения при ограниченном числе измерений подсчитывается по формуле:

$$\begin{aligned}\sigma_{\bar{x}} &= \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + (x_3 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n-1}} = \\ &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta_{x_i}^2}{n-1}},\end{aligned}\quad (20)$$

где $x_1 - \bar{x} = \delta_{x_1}$; $x_2 - \bar{x} = \delta_{x_2}$; $x_3 - \bar{x} = \delta_{x_3}$; ...; $x_n - \bar{x} = \delta_{x_n}$.

Тогда относительная погрешность $\gamma_{\bar{x}}$ (%) отдельного измерения

$$\gamma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_{\bar{x}}}{\bar{x}} 100. \quad (21)$$

Случайные погрешности, превосходящие среднюю квадратическую погрешность, появляются с вероятностью 33%. Это означает, что в 67 случаях из 100 результат измерений не выходит за пределы $\bar{x} \pm \sigma_{\bar{x}}$.

На практике при диагностировании технического состояния механизма или машины точность результата оценивают по вероятной погрешности.

Вероятной погрешностью называется погрешность, которая характеризуется тем, что из числа случайных

погрешностей, появляющихся при повторных измерениях данной величины, одна половина по абсолютной величине меньше вероятной погрешности, а другая половина больше ее.

Абсолютная вероятная погрешность $\sigma_{\bar{x}}$ измерений определяется по формуле:

$$\sigma_{\bar{x}_B} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta_{x_i}^2}{n-1}}. \quad (22)$$

Относительная вероятная погрешность отдельного измерения

$$\gamma_{\bar{x}_B} = \frac{\sigma_{\bar{x}_B}}{\bar{x}}. \quad (23)$$

Доказано, что все возможные случайные погрешности измерения по абсолютной величине практически не превышают $3\sigma_{\bar{x}}$.

Если отклонение превышает по своему значению $3\sigma_{\bar{x}}$, то выполняется условие:

$$x_{n+1} - \bar{x} > 3\sigma_{\bar{x}}. \quad (24)$$

В этом случае результат можно отнести к грубой погрешности (промаху) и не принимать во внимание при дальнейших вычислениях.

Погрешности, удовлетворяющие условиям $\sigma_{\bar{x}_{\text{пр}}} = 3\sigma_{\bar{x}}$ и $\gamma_{\bar{x}_{\text{пр}}} = 3\gamma_{\bar{x}}$ составляют соответственно абсолютную и относительную предельные погрешности.

Абсолютная предельная погрешность результата измерений

$$\sigma_{\bar{x}_{\text{пр}}} = 3\sigma_{\bar{x}} = 3 \frac{3}{2} \sigma_{\bar{x}_B} = 4,5\sigma_{\bar{x}_B}. \quad (25)$$

Относительная предельная погрешность результата измерений

$$\gamma_{\bar{x}_{\text{пр}}} = 3\gamma_{\bar{x}} = 4,5\gamma_{\bar{x}_B}. \quad (26)$$

Результат измерений записывают в следующем виде:

$$x = \bar{x} \pm \sigma_{\bar{x}_B}. \quad (27)$$

Запись (27) означает, что, принимая среднее арифметическое $\bar{x}$ за наиболее вероятное значение измеряемой

величины, допускаем, что при этом одинаково возможны погрешности как меньшие $\sigma_{\bar{x}_B}$, так и большие $\sigma_{\bar{x}_B}$, но в любом случае они не превышают $\sigma_{\bar{x}_{пр}}$. Иными словами, вероятность того, что результат измерений уложится в пределы $\bar{x} \pm \sigma_{\bar{x}_B}$, составляет 50%.

Пример. При пятикратном измерении количества газов, прорывающихся в картер дизеля СМД-14, получены следующие результаты: $Q_1=82$ л/мин, $Q_2=69$ л/мин, $Q_3=75$ л/мин, $Q_4=71$ л/мин, $Q_5=73$ л/мин. Определить погрешность результата диагностирования.

Ставя под сомнение результат первого измерения (ввиду чрезмерного отклонения от результатов остальных измерений), подсчитываем среднее арифметическое (наиболее вероятное) значение искомого количества газов, прорывающихся в картер, по результатам остальных четырех измерений.

$$\bar{Q} = \frac{69 + 75 + 71 + 73}{4} = 72 \text{ л/мин.}$$

Определяем отклонения отдельных измерений от среднего арифметического:

$$\delta_{Q_2} = Q_2 - \bar{Q} = 69 - 72 = -3 \text{ л/мин;}$$

$$\delta_{Q_3} = Q_3 - \bar{Q} = 75 - 72 = +3 \text{ л/мин;}$$

$$\delta_{Q_4} = Q_4 - \bar{Q} = 71 - 72 = -1 \text{ л/мин;}$$

$$\delta_{Q_5} = Q_5 - \bar{Q} = 73 - 72 = +1 \text{ л/мин.}$$

Проверяем правильность сделанных подсчетов:

$$\sum_{i=1}^4 \delta_{Q_i} = -3 + 3 - 1 + 1 = 0.$$

Средняя квадратическая погрешность

$$\sigma_{\bar{Q}} = \sqrt{\frac{(-3)^2 + (+3)^2 + (-1)^2 + (+1)^2}{3}} = 2,6 \text{ л/мин.}$$

В соответствии с формулой (24) проверяем достоверность сделанного предположения о грубой погрешности, содержащейся в результате первого измерения:

$$82 - 72 = 10 > 3 \cdot 2,6.$$

Абсолютная вероятная погрешность результата диагностирования

$$\sigma_{\bar{Q}_B} = \frac{2}{3} \sigma_{\bar{Q}} = \frac{2}{3} \cdot 2,6 = 1,7 \text{ л/мин.}$$

Относительная вероятная погрешность

$$\gamma_{\bar{Q}_B} = \frac{\sigma_{\bar{Q}_B}}{\bar{Q}_B} 100 = \frac{1,7}{72} \cdot 100 = 2,4 \%$$

Предельные погрешности

$$\sigma_{\bar{Q}_{\text{пр}}} = 4,5 \sigma_{\bar{Q}_B} = 4,5 \cdot 1,7 = 7,6 \text{ л/мин.}$$

$$\gamma_{\bar{Q}_{\text{пр}}} = 4,5 \gamma_{\bar{Q}_B} = 4,5 \cdot 2,4 = 10,8 \%$$

Окончательный результат измерений

$$Q = \bar{Q} \pm \sigma_{\bar{Q}_B} = 72 \pm 1,7 \text{ л/мин.}$$

Из расчета следует:

а) наиболее вероятное значение измеренного количества газов, прорывающихся в картер, равно 72 л/мин;

б) в данных условиях измерения одинаково часты погрешности как большие, так и меньшие 1,7 л/мин;

в) наибольшая погрешность в рассматриваемом случае не превышает 7,6 л/мин.

В приведенном примере дана оценка результата простых прямых измерений, когда случайная погрешность является его составной частью. Задача усложняется при косвенных измерениях, результаты которых подсчитывают по аналитическим зависимостям между измеряемыми величинами. Например, массовый или объемный расход топлива определяют по формуле, включающей расход топлива за опыт и время опыта. В таких случаях для оценки точности искомой величины применяют дифференцирование.

При измерении параметра технического состояния объекта диагностирования с помощью сложного диагностического устройства общую случайную погрешность определяют как геометрическую сумму взаимонезависимых частных погрешностей. Сначала из общего числа возможных погрешностей выделяют те, у которых имеется явная связь (одинаковые причины возникновения), и суммируют их арифметически. Затем полученный результат суммируют геометрически со всеми остальными (разнородными) частными погрешностями.

Геометрическая погрешность

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\sigma_{x_1}^2 + \sigma_{x_2}^2 + \sigma_{x_3}^2 + \dots + \sigma_{x_n}^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_{x_i}^2}, \quad (28)$$

где $\sigma_{x_1}, \sigma_{x_2}, \sigma_{x_3}, \dots, \sigma_{x_n}$ — частные погрешности различных блоков измерительной системы.

Если имеется несколько частных погрешностей, суммарную погрешность не обязательно подсчитывать таким способом. Достаточно ограничиться анализом частных погрешностей при условии, если известны их допускаемые значения. В этом случае суммарная погрешность остается неизвестной, но обеспечивается требуемая точность измерений.

Если имеются систематические погрешности, то их суммируют со случайными арифметически.

При обработке результатов измерений (наблюдений) нередко возникает необходимость сравнения показателей, характеризующих вариацию (изменчивость) различных физических величин, например количества газов, прорывающихся в картер, и угара картерного масла. Эти параметры характеризуют техническое состояние цилиндро-поршневой группы двигателей внутреннего сгорания. Для их сравнения средние квадратические погрешности непригодны, так как они имеют различную размерность. Нужна безразмерная величина, не зависящая от указанных параметров.

В качестве такой величины принят коэффициент вариации (изменчивости) V , выражаемый в процентах и равный средней квадратической погрешности, деленной на среднее арифметическое, т. е.

$$V = \frac{\sigma_x}{\bar{x}} 100. \quad (29)$$

Контрольные вопросы

1. Что называется абсолютной и относительной погрешностью измерений?

2. В чем заключается разница между систематическими и случайными погрешностями?

3. Перечислите виды систематических погрешностей и назовите основные причины их возникновения.

4. Охарактеризуйте основные способы исключения и учета систематических погрешностей.

5. Как найти среднее арифметическое значение измеряемой величины?

6. Как определить абсолютную и относительную среднюю квадратическую погрешность отдельного измерения?

7. Что такое вероятная и предельная абсолютная и относительная погрешности измерения?

8. Что такое коэффициент вариации и в каких случаях им пользуются?

§ 1. Методы измерений

По принципу определения измеряемой величины методы измерений подразделяются на прямые и косвенные, дифференцированные и комплексные.

Прямым методом называют такой метод измерений, при котором размер проверяемой детали или отклонение размера находится непосредственно по значению меры или показаниям измерительного прибора (инструмента). Такой метод используется при измерении микрометром диаметра поршневого пальца, провисания гусеничного полотна линейкой и др.

К разновидностям прямых методов измерений относятся абсолютный, относительный, нулевой и метод совпадения.

Абсолютный метод характеризуется тем, что значение измеряемой величины определяют непосредственно по показанию средства измерений без каких-либо дополнительных действий оператора (мастера-диагноста) и без вычислений, кроме умножения показаний прибора на постоянный множитель или цену деления. К средствам измерений, служащим для непосредственной оценки измеряемой величины, относятся показывающие и многие самопишущие приборы (манометры, динамометры, расходомеры, жидкостные термометры, вольтметры, амперметры, потенциометры и многие другие).

Преимущество абсолютного метода измерений — быстрота процесса измерения, недостаток — ограниченная точность. В настоящее время все большее распространение получают приборы с цифровым отсчетом, имеющие более высокую точность измерений по сравнению со стрелочными приборами.

Относительный метод предполагает измерение разности между искомой величиной и величиной, значение которой известно. Его также называют разностным.

Одним из характерных примеров относительного метода является измерение длины x детали с помощью длины меры l . Измеряют разность между этими длинами: $a = x - l$. Затем определяют $x = l + a$. Длину меры обычно выбирают такой, чтобы разность $x - l$ была по возможности наименьшей. Чем меньше эта разность,

Косвенный метод характеризуется тем, что искомым размер находят по результатам измерений других величин, связанных с искомой некоторой зависимостью. Например, эффективную мощность тракторных и комбайновых дизелей можно определить по разности расходов топлива, измеренных при работе дизеля под нагрузкой и холостую; удельный расход топлива — по массовому расходу и мощности дизеля.

Дифференцированный (поэлементный) метод измерений предполагает проверку отдельно каждого элемента детали, например толщины зуба, длины общей нормали, высоты зуба, наружного диаметра шестерен коробки передач и др.

Комплексный метод основан на одновременной проверке нескольких элементов детали. При этом средство измерений является, как правило, прототипом формы измеряемой детали. Этим методом измеряют резьбу крепежного болта при помощи резьбового калибра.

По принципу взаимодействия средств измерений и проверяемой детали методы измерений делятся на контактные и бесконтактные.

При контактном методе измерений происходит непосредственное соприкосновение измерительных поверхностей прибора (инструмента) с поверхностью проверяемой детали, например в случае измерения диаметров отверстий с помощью штангенциркуля, горизонтального оптиметра и др.

При бесконтактном методе нет непосредственного соприкосновения между измерительными поверхностями средства измерений и проверяемой деталью, например, в случае измерения угла профиля резьбы на микроскопе, внутренних диаметров при помощи пневматических приборов и др. Погрешность измерений при бесконтактных методах меньше, чем при контактных.

§ 2. Основные составные части средств измерений

Подавляющее большинство средств измерений можно разделить на следующие основные элементы: измерительный преобразователь, измерительная цепь и отсчетное устройство.

Измерительный преобразователь — средство измерений, предназначенное для выработки сигнала

ла измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего ее преобразования, обработки и хранения. Такой преобразователь преобразует входную величину (измеряемый параметр) в выходную, удобную для практического использования.

Измерительные преобразователи часто называют датчиками, что не рекомендуется ГОСТ 16263—70.

Любое средство измерений, кроме простейших калибров, щупов, плоскопараллельных концевых мер длины и др., обладает теми или иными функциональными связями между входными и выходными величинами. Это совершенно очевидно в относительно сложных средствах измерений, например в приборах для электрических измерений неэлектрических величин. Но если под функциональным преобразованием понимать и масштабное преобразование в виде умножения на постоянный коэффициент, в том числе равный единице, то такое преобразование имеется и в простых средствах измерений, например в микрометре, где измеряемая величина отсчитывается по углу поворота головки, в штангенциркуле, где вместо расстояния между губками отсчитывается соответствующее расстояние по его шкале и др.

Наиболее обширную группу составляют *механические* и *электромеханические* измерительные преобразователи, в которых для преобразования входной величины используются измерительные пружины и упругие чувствительные элементы.

Одним из простейших измерительных преобразователей, применяемых в приборах для измерения давления, является трубчатая пружина, открытый конец которой закреплен на неподвижном основании, а закрытый через измерительное устройство соединен с указателем.

В некоторых приборах осуществляется многократное преобразование величин. Например, в манометрическом термометре внутренняя полость трубчатой пружины соединена через капиллярную трубку с баллоном, заполненным жидким или газообразным веществом. При повышении температуры вещество расширяется, благодаря чему давление в баллоне, капиллярной трубке и трубчатой пружине повышается. Изменение давления вызывает деформацию пружины и перемещение стрелки указателя прибора. Таким образом, измеряемая температура

преобразуется в механическое перемещение путем предварительного преобразования в давление.

Измерительная цепь — это совокупность преобразовательных элементов средства измерений, обеспечивающая осуществление всех преобразований сигнала измерительной информации. Измерительная цепь выполняет функцию связи между измерительным преобразователем и отсчетным устройством.

Точность средств измерений во многом зависит от конструктивных особенностей измерительной цепи. При разработке измерительной цепи во избежание больших погрешностей от вариации показаний прибора стремятся к максимальному уменьшению вредных сил трения в опорах его подвижных частей. В ряде электрических измерительных устройств подвижную часть крепят на упругих растяжках или подвесках, которые выполняют роль измерительной пружины и одновременно заменяют ось вращения, исключая силы трения.

В измерительную цепь прибора могут также входить некоторые вспомогательные составные части: успокоитель (демпфер), балансировочные грузы, вспомогательные натяжные пружины, индукционные мосты, сигнализирующие устройства и др.

Успокоитель предназначен для ускорения затухания колебаний подвижной части прибора. Наибольшее распространение получили воздушные, жидкостные и индукционные успокоители. В качестве примера можно привести жидкостный (масляный) успокоитель электродвигательных стендов КИ-2139Б и КИ-2118А, применяемых для испытания тракторных и комбайновых дизелей на ремонтных предприятиях Госкомсельхозтехники и в хозяйствах. В таком успокоителе снижение скорости перетекания жидкости в дросселе (суженном канале) способствует затуханию колебаний рычага измерительного устройства и стрелки указателя нагрузки.

В измерительных приборах часто применяют *балансировочные грузы*. При этом уравновешенная подвижная часть находится в состоянии безразличного равновесия независимо от наклона оси вращения указателя.

В некоторых средствах измерений перемещение подвижной части передается к указателю с помощью подвижных рычагов и зубчатых зацеплений. К ним относятся пружинные манометры, индикаторы часового типа, миниметры и др.

Натяжные пружины применяют для того, чтобы исключить влияние зазоров в передаточных механизмах на показания прибора.

В современных электроизмерительных приборах измерительные цепи позволяют осуществлять дистанционную передачу показаний. Простейшим примером дистанционной передачи показаний является измерение температуры с помощью термопары. Если нагревать место соединения двух разнородных проводников (термопары), то в цепи возникнет электродвижущая сила, которая может быть измерена прибором, например милливольтметром, подключенным к свободным концам термопары. Термоэлектродвижущая сила зависит только от разности температур горячего спая и свободных концов, поэтому прибор можно подключить через достаточно длинные провода, чем и достигается дистанционное измерение температуры.

Другой вид дистанционной передачи — следящая система. В качестве электромеханических следящих систем широкое распространение получили индукционные мосты.

Индукционный мост (рис. 7) состоит из двух одинаковых катушек, каждая из которых разделена на две секции. Катушки соединены между собой линией связи и питаются от источника переменного тока. Сердечник первой катушки связан с подвижной частью первичного преобразователя, а сердечник второй — с указателем отсчетного устройства. Когда сердечники обеих катушек занимают одинаковые положения по отношению к секциям, то индуктивные сопротивления соответствующих секций равны и мост находится в равновесии (тока в среднем проводе нет). При взаимодействии сердечника катушки первичного преобразователя с объектом измерения изменяется индуктивное сопротивление секций

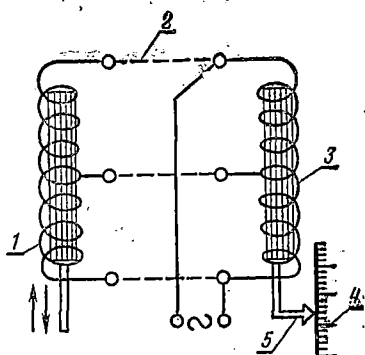


Рис. 7. Схема дистанционной передачи с индукционным мостом:

1 — первичный преобразователь; 2 — линия связи; 3 — вторичный преобразователь; 4 — шкала; 5 — указатель.

этой катушки, вследствие чего равновесие нарушается и в среднем проводе появляется уравнивающий ток. Это вызывает соответствующее движение сердечника и перемещение стрелки указателя следящего прибора. Движение сердечника следящего прибора прекращается в тот момент, когда его положение будет соответствовать положению сердечника первичного преобразователя.

При выполнении многих технологических процессов требуется поддерживать заданный режим работы, который в силу различных обстоятельств может нарушаться. Чтобы облегчить труд оператора, измерительные приборы, контролирующие ход технологического процесса, снабжают сигнализирующими устройствами.

Сигнализирующие устройства выполняются в виде системы контактов или реле, включающих цепи исполнительных сигнальных устройств: световых табло, звонков, сирен и др. Замыкание и размыкание контактов происходит автоматически при отклонениях измеряемой величины от допускаемых значений. Вместо сигнальных устройств контакты (реле) могут включать и выключать различные регулирующие приспособления и другие устройства, от которых зависит значение измеряемого и регулируемого параметра.

Отсчетное устройство представляет собой часть средства измерений, с помощью которой определяют числовые значения измеряемых параметров. Для средств измерений с аналоговым (непрерывным) преобразованием измеряемых величин характерны отсчетные устройства, состоящие из шкалы и указателя. Показания измерительного прибора определяют по взаимному расположению указателя и отметок шкалы.

Шкала представляет собой совокупность последовательно нанесенных отметок, соответствующих ряду значений измеряемой величины. Расстояние между двумя соседними отметками определяет деление шкалы. Шкалы градуируют в абсолютных единицах и в относительных (в процентах). В зависимости от конструкции подвижной части измерительного прибора и характера перемещения указателя (поступательного или вращательного) различают прямолинейные, дуговые и круговые шкалы.

Указатели стрелочных приборов — стрелки, имеющие ножевидную или копьевидную форму.

При неправильном положении оператора или мастера-диагноста по отношению к указателю появляется погрешность от параллакса (кажущегося смещения отметок шкалы относительно указателя). Эта погрешность тем больше, чем дальше от шкалы расположен указатель. Для устранения таких погрешностей применяют зеркальные шкалы. При отсчете показаний на такой шкале указатель следует совмещать с его отражением в зеркале.

В зависимости от пределов измеряемой величины различают односторонние, двусторонние и безнулевые шкалы. На односторонней шкале нулевая отметка находится с левой стороны, а на двусторонней — на середине шкалы. Двусторонними шкалами снабжаются приборы, измеряющие величины с положительным и отрицательным значением. Безнулевые шкалы применяются в тех случаях, когда измерения ведут не от нуля, а от некоторого начального значения.

В настоящее время все большее распространение получают измерительные приборы с цифровым отсчетом. *Указатели цифровых приборов* выполняют в виде проекционных устройств, газонаполненных ламп и др. Зажиганием указателей управляет устройство, связанное с измерительной схемой прибора.

Цифровые приборы имеют большие преимущества по сравнению со стрелочными аналоговыми приборами. Они обладают быстродействием и имеют более высокую точность. Их также можно использовать совместно со счетно-вычислительными машинами для автоматической обработки измерительной информации. К недостаткам цифровых приборов относятся сложность схемы и сравнительно высокая стоимость.

Показывающие средства измерений дают возможность оценивать результат измерения в момент наблюдения. Самопишущие приборы позволяют сохранить показания для последующего анализа результатов измерений. Они имеют автоматические записывающие устройства. Такие приборы, снабженные указателями, выполняют также функции показывающих приборов.

Самопишущее устройство состоит из механизма записи, диаграммы с масштабной сеткой и при-

вода. Записывающий механизм связан с указателем, перемещающимся по шкале прибора.

Самопишущие приборы применяются в основном для научно-исследовательских целей. Средства диагностирования снабжены показывающими отсчетными приспособлениями (стрелочными и цифровыми).

Некоторые приборы (расходомеры, счетчики частоты вращения и др.) иногда снабжаются счетными механизмами, показания которых пропорциональны произведению среднего значения измеряемой величины и времени.

§ 3. Преобразование неэлектрических величин в электрические

Параметры технического состояния составных частей тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин могут быть самыми разнообразными. При измерении этих параметров входными являются механические, тепловые, оптические, акустические, а также химические величины, которые относятся к неэлектрическим величинам.

Принцип действия многих средств диагностирования (жидкостных термометров, пружинных и поршневых манометров, различных расходомеров, механических измерителей уровня, центробежных тахометров и др.) основан на прямом преобразовании измеряемого параметра и перемещении указателя. Разнообразие и громоздкость средств измерений создают неудобства при их эксплуатации и обслуживании (поверке и ремонте), увеличивая трудоемкость диагностирования. Поэтому за последнее время механические, гидравлические, пневматические и другие неэлектрические средства измерений вытесняются электроизмерительными приборами, которые неэлектрические физические величины преобразуют в электрические выходные сигналы. Отсчетные приспособления таких приборов, как правило, градуируют в единицах измеряемых физических величин. Иногда пользуются переводными таблицами и номограммами.

Электрические средства измерений имеют следующие преимущества:

высокую чувствительность, которая достигается значительным усилением выходных сигналов;

малую инерционность, что дает возможность измерять очень быстро изменяющиеся импульсные параметры;

возможность передачи результатов измерения на большое расстояние и создание на этой основе комплексных автоматизированных диагностических систем;

универсальность вторичной измерительной аппаратуры.

Рассмотрим наиболее распространенные при диагностировании сельскохозяйственной техники измерительные преобразователи неэлектрических величин в электрические.

Тепловые преобразователи. Действие этих приборов основано на тепловых процессах, возникающих вследствие теплообмена между преобразователем и окружающей средой. Все тепло, поступающее к преобразователю, идет на повышение его теплосодержания, которое зависит от массы и удельной теплоемкости материала преобразователя. К таким преобразователям относятся термопары и терморезисторы, которые могут быть металлическими или полупроводниковыми. Простейший из них — термопара — преобразует температуру спаев двух разных проводников или полупроводников в электрический сигнал — термоэлектродвижущую силу (см. § 10 данной главы).

Терморезистор — измерительный преобразователь, принцип работы которого основан на свойстве металлов и полупроводников менять свое электрическое сопротивление при изменении температуры. Аналогично действуют позисторы, но они имеют положительный температурный коэффициент сопротивления. Действие преобразователей состава газов основано на зависимости теплопроводности газа от его состава. Теплопроводность смеси газов, не вступающих в реакцию друг с другом, определяется как среднее арифметическое теплопроводности компонентов смеси. Поэтому, если теплопроводности компонентов имеют существенное различие, то по теплопроводности смеси можно судить о содержании ее компонентов.

Измерение механических усилий, давлений и крутящих моментов. Для технического диагностирования по перечисленным параметрам применяют пьезоэлектрические, тензорезисторные, индуктивные, потенциометрические

кие, трансформаторные, магнитоупругие и другие преобразователи.

В пьезоэлектрических преобразователях используется пьезоэлектрический эффект, т.е. возникновение электрических зарядов разного знака на противоположных гранях пьезоэлементов — некоторых кристаллов (кварца, сегнетовой соли и др.) при их механических деформациях. Пьезоэлементы используются также для измерения вибрации, частоты электрических колебаний и др.

Действие тензорезисторного преобразователя основано на явлении тензоэффекта, заключающегося в изменении активного сопротивления проводников при их механических деформациях. Такие преобразователи изготовляют из проволоки (константана, сплава на основе никеля и молибдена, нихрома и др.) или фольги, которые проклеивают или приваривают к чувствительному элементу, например мембране. При передаче давления на чувствительный элемент он деформируется вместе с преобразователем, благодаря чему изменяется активное (электрическое) сопротивление проволоки (фольги), а следовательно, и сила протекающего по ней тока.

Потенциометрический преобразователь представляет собой резистор с подвижным контактом, соединенным с мембраной. При передаче на мембрану механического воздействия (усилия, давления среды) контакт скользит по резистору, изменяя сопротивление электрической цепи и величину тока, которая пропорциональна давлению.

В индуктивном преобразователе используется зависимость индуктивности от магнитного сопротивления системы. Его обычно включают в измерительную мостовую цепь, действие которой основано на сравнении измеряемой индуктивности с образцовой мерой.

Действие трансформаторного преобразователя основано на зависимости от измеряемой механической величины взаимной индуктивности или соответствующего напряжения переменного тока — параметров, изменяющихся при взаимном перемещении двух обмоток или подвижного сердечника относительно этих обмоток.

В магнитоупругом преобразователе используется явление магнитострикции — зависимости

магнитной проницаемости материала преобразователя от воздействующего на него давления*.

В фотоэлементах используется явление фотоэлектрического эффекта. Оно заключается в том, что при освещении поверхности металлов или полупроводников кванты света, проникая в поверхностный слой освещенного вещества, сообщают его атомам дополнительную энергию, позволяющую внешним электронам атома, наиболее удаленным от ядра, отрываться от него.

Если освободившиеся электроны остаются в веществе, повышая его электропроводность, то фотоэффект называется внутренним. Если же они покидают освещенное вещество, то фотоэффект называется внешним. Промежуточный случай, когда электроны из слоя освещенного вещества переходят в слой другого, неосвещенного, вещества, называется вентильным фотоэффектом.

В соответствии с этими разновидностями выделяют фотоэлементы с внутренним фотоэффектом — *фоторезисторы*; фотоэлементы с внешним фотоэффектом — *вакуумные, газонаполненные и фотоумножители*; вентильные фотоэлементы — *фотодиоды и фототриоды*. Фотоэлементы отличаются высокой чувствительностью, надежностью, простотой конструкции и эксплуатации.

Измерение угловых и линейных перемещений. Для технического диагностирования по данным параметрам используют электромеханические, реостатные, емкостные, индуктивные, индукционные, трансформаторные, магнитоупругие и другие преобразователи.

Электромеханический преобразователь — устройство, в котором измеряемая величина преобразуется в электрический сигнал, повторяющийся при замыкании и размыкании контактов преобразователя.

Электромеханические (контактные) преобразователи изготавливают однопредельными и двухпредельными. Однопредельный преобразователь имеет одну пару контактов 4 и 5 (рис. 8, а). В случае перемещения объекта измерения вверх передвигается шток 2 и закрепленный на нем контакт 4. При соприкосновении контактов в электрической цепи, питаемой от батареи Б, появляется ток. В двухпредельном преобразователе имеются два

* Явление, обратное магнитострукции (изменение намагниченности ферромагнитного тела при его деформации), называется магнитоупругим эффектом.

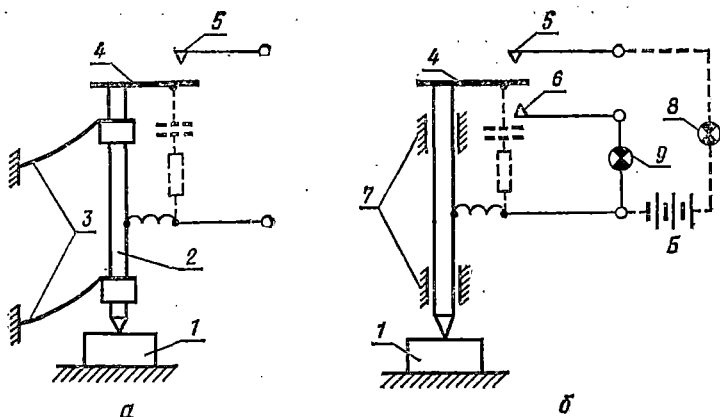


Рис. 8. Схемы однопредельного (а) и двухпредельного (б) контактных преобразователей:

1 — объект измерения; 2 — шток; 3 — пружины; 4, 5, 6 — контакты; 7 — направляющие штока; 8, 9 — сигнальные лампы; Б — батарея.

неподвижного контакта 5 и 6 (рис. 8, б). При перемещении объекта измерения вниз замыкаются контакты 4 и 6. Измерительный шток закреплен на пружинах 3 (рис. 8, а) или помещен в направляющие 7 (рис. 8, б).

Реостатный преобразователь представляет собой реостат, движок которого, соединяемый с объектом измерения, перемещается в соответствии со значением измеряемой неэлектрической величины, вследствие чего изменяется выходное сопротивление. В зависимости от назначения преобразователя перемещение движка может быть линейным или угловым. Различают проволочные и реохордные реостатные преобразователи.

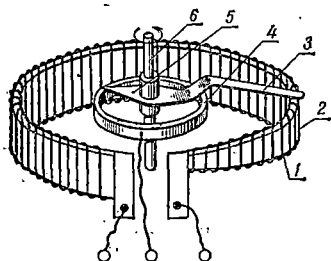


Рис. 9. Реостатный преобразователь угловых перемещений:

1 — каркас; 2 — проволока; 3, 5 — щетки; 4 — токосъемное кольцо; 6 — приводной валик.

На рисунке 9 показан проволочный преобразователь угловых перемещений. На каркас 1 из изоляционного материала намотана проволока 2, по которой скользит щетка 3, жестко

закрепленная на приводном валике 6. К основной щетке 3 прикреплена добавочная щетка 5, скользящая по токосъемному кольцу. Обе щетки изолированы от приводного вала 6, соединяемого с объектом измерений.

Емкостный преобразователь представляет собой плоскопараллельный или цилиндрический электрический конденсатор. При воздействии перемещающейся детали (объекта измерения) на одну из пластин конденсатора меняется зазор между пластинами или площадь их взаимного перекрытия, а следовательно, и емкость. Емкостные преобразователи применяются для измерения малых перемещений. К их достоинствам относятся высокая чувствительность, простота конструкции и малая погрешность измерения.

Действие индуктивного преобразователя основано на том, что измеряемая величина (например, перемещение) влияет на индуктивность катушки электромагнита. Преобразование можно осуществить тремя способами: путем изменения воздушного зазора между подвижным 1 (рис. 10, а) и неподвижным 2 сердечниками электромагнита, поворотом сердечника 1 относительно сердечника 2 или путем введения в воздушный зазор пластины 3.

В индукционном преобразователе используется взаимосвязь скорости перемещения измеряемой физической величины и индуцированной электродвижущей силы. Схема индукционного преобразователя с постоянным магнитом показана на рисунке 10, б, а с электромагнитом, обмотка которого питается постоян-

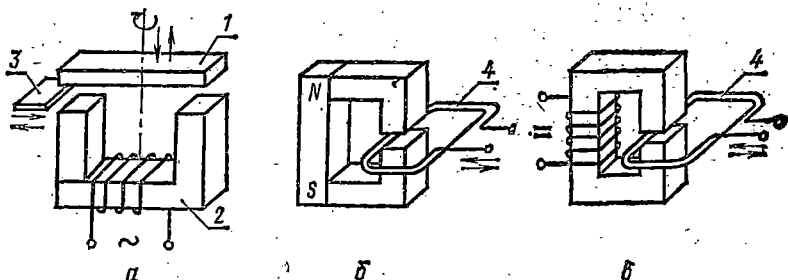


Рис. 10. Схемы электромагнитных преобразователей:

а — индуктивного; б — индукционного с постоянным магнитом; в — индукционного с электромагнитом; 1 — подвижный сердечник; 2 — неподвижный сердечник; 3 — пластина; 4 — проводник.

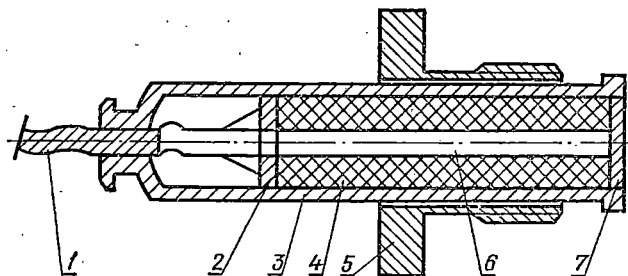


Рис. 11. Индукционный преобразователь частоты вращения конструкции ЛСХИ:

1 — трехжильный кабель; 2 — стальное кольцо; 3 — корпус преобразователя; 4 — катушка; 5 — цанговое крепление; 6 — сердечник; 7 — защитная крышка.

ным током, — на рисунке 10, в. При изменении скорости перемещения объекта измерения с проводником 4 меняется магнитный поток, а следовательно, и индуктированная э. д. с.

Одна из разновидностей индукционных измерительных преобразователей — преобразователь частоты вращения конструкции Ленинградского сельскохозяйственного института (ЛСХИ), показанный на рисунке 11. Он состоит из корпуса 3, внутри которого помещена катушка 4 с сердечником 6, и трехжильного экранированного (защищенного от внешних магнитных воздействий) кабеля 1, подсоединенного к концам катушки (посредством стальных колец 2) и к корпусу преобразователя. С торца корпус закрыт крышкой 7 из немагнитного материала (латуни). После сборки преобразователя сердечник намагничивается. Преобразователь помещают против вращающейся детали, имеющей сверление или выступ, на расстоянии 3...4 мм. При прохождении сверления (выступа) мимо преобразователя в катушке под действием магнитных силовых линий возбуждаются импульсы тока, пропорциональные частоте вращения детали. Они поступают в измерительное устройство и после преобразования в единицы частоты вращения — на указатель.

Измерение вибраций. При работе механизмов тракторов и других машин возникают упругие механические колебания, являющиеся источниками вибрации и шума. Особый интерес представляют упругие колебания от соударяемых сопряженных деталей. Чем больше зазор

между соударяемыми деталями, тем выше уровень вибрации. Это явление положено в основу виброакустической диагностики. Наибольшее распространение при измерении параметров вибрации получили пьезоэлектрические преобразователи, преобразующие механическое перемещение в ускорение. Действие пьезоэлектрических преобразователей основано на явлении пьезоэлектрического эффекта, описанного выше.

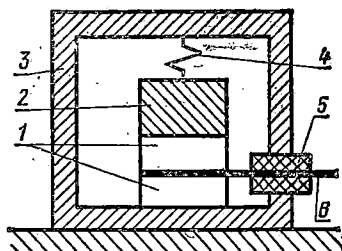


Рис. 12. Принципиальная схема вибропреобразователя Д-11:

1 — пьезоэлектрические измерительные элементы; 2 — инерционная масса; 3 — основание; 4 — пружина; 5 — изолятор; 6 — токоъемник.

На рисунке 12 показана принципиальная схема такого вибропреобразователя Д-11, входящего в комплект автоматизированной диагностической измерительной и прогнозирующей системы (ДИПС). Чувствительные пьезоэлектрические элементы 1 преобразователя сложены так, что поверхности, на которых при вибрации образуются заряды одного знака, соединены друг с другом, т.е. пьезоэлементы соединены параллельно. Благодаря этому увеличивается емкость вибропреобразователя.

Пьезоэлементы прижаты друг к другу и к основанию 3 пружинной 4 через инерционную массу 2. Для крепления вибропреобразователя к объекту измерения в основании имеется резьбовое отверстие.

При вибрации объекта измерения на инерционную массу действует сила, прямо пропорциональная ускорению колеблющегося объекта. Под действием этой силы пьезоэлементы испытывают деформацию сжатия, вследствие чего появляются электрические заряды.

Съем электрических зарядов с пьезоэлементов осуществляется при помощи токоъемника 6.

Электрохимический преобразователь. Преобразователь представляет собой электролитическую ванночку, заполненную раствором с помещенными в нем электродами, к которым подключают измерительную цепь. Действие таких преобразователей основано на переносе электрических зарядов ионами, подобно переносу зарядов электронами в электронных приборах. По аналогии с электроникой электрохимическое преобразование назы-

вают химотроникой, которая развивается очень быстро и находит все более широкое применение при измерении температуры, давления, расхода веществ, частоты вращения, ускорения, вибрации и др. Электрохимические преобразователи просты по устройству и обладают высокой чувствительностью, хотя потребляют ток в несколько сот раз меньше, чем электронные приборы.

§ 4. Простейшие измерительные инструменты

К простейшим средствам измерений, применяемым при диагностировании составных частей тракторов, комбайнов, сельхозмашин, можно отнести однозначные и многозначные меры — плоскопараллельные концевые меры, щупы и калибры, а также масштабные линейки и рулетки.

Концевые меры — меры длины, имеющие форму прямоугольного параллелепипеда или прямого кругового цилиндра с двумя плоскими параллельными измерительными поверхностями. Образцовые концевые меры предназначены для поверки и градуировки средств измерений, а рабочие — для измерения размеров изделий.

Для измерений применяются прямоугольные концевые меры (плитки). Цилиндрические стержни используются главным образом как установочные меры для микрометров и др.

Плитки способны притираться друг к другу — прочно «сцепляться» между собой при надвигании одной меры на другую. Это важнейшее свойство плиток позволяет из нескольких концевых мер составлять блоки, по которым проверяют размеры изделий.

Концевые меры делятся на четыре класса точности: 0; 1; 2; 3. Кроме того, для мер, находящихся в эксплуатации, устанавливается еще два класса: 4 и 5.

Концевые меры изготовляют с высокой точностью. Например, погрешность изготовления плиток нулевого класса точности размером 50 мм не превышает $\pm 0,1$ мкм. Номинальные размеры концевых мер установлены в пределах от 0,1 до 2000 мм с градацией в рядах через 0,001; 0,01; 0,1; 0,5; 10; 25; 50; 100; 1000 мм. Для большего удобства плитки комплектуют в наборы так, чтобы можно было составлять блоки из возможно меньшего числа плиток.

Плитки находят широкое применение для измерения различных размеров, например высоты канавок поршней тракторных и комбайновых дизелей.

Щупы (ГОСТ 882—75) предназначены для измерения зазоров между различными сопрягаемыми деталями; например между клапаном и коромыслом механизма газораспределения. Они представляют собой наборы стальных пластин, которые изготовляют из светлополированной инструментальной стали. Длина пластин щупов в наборах составляет 100 мм. Промышленность изготовляет четыре различных набора из щупов классов точности 1 и 2. Конструкция наборов позволяет заменять одни пластины другими (пластины шарнирно закреплены на шпильке между двумя стальными планками, скрепленными между собой перемычкой).

Для проверки технического состояния составных частей тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин применяют щупы: набор № 2, состоящий из 17 пластин (толщиной 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,1; 0,2; 0,15; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,45; 0,5 мм), а также набор № 4, состоящий из 10 пластин (толщиной 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0 мм).

Кроме того, щупы выпускаются в виде отдельных пластин длиной 200 мм. Рабочая длина щупов обоих типов составляет 0,75 от общей длины.

Точность изготовления щупов значительно ниже, чем концевых мер.

К а л и б р ы — однозначные меры, предназначенные для контроля размеров, формы или взаимного расположения деталей в изделии. Калибры подразделяют на *нормальные*, копирующие действительные размеры изделия, и *предельные*, по которым определяют, находится ли действительный размер проверяемого изделия в допускаемых пределах.

В настоящее время размеры изделий контролируют в основном предельными калибрами. Среди них наибольшее распространение получили скобы (для контроля валов) и пробки (для контроля отверстий). В производственной практике также широко используются специальные калибры (для контроля высот, глубин, уступов, радиусов и др.).

Для контроля одного размера необходимо иметь два предельных калибра: проходной (ПР) и непроходной (НЕ).

За последнее время все большее применение находят *регулируемые* калибры, которые можно устанавливать на различные размеры в широких пределах. По сравнению с жесткими (нерегулируемыми) калибрами они имеют следующие преимущества:

при износе вставок установочные размеры могут быть восстановлены путем регулирования;

одним калибром можно проверять детали различных размеров (в пределах регулирования вставок).

В настоящее время все большее распространение получают *электрифицированные* калибры, снабженные двухпредельными контактами или индуктивными измерительными преобразователями (см. § 3 данной главы).

В электроконтактном калибре к контактам 5 и 6 (рис. 8, б) подключены сигнальные лампы 8 и 9, которые загораются при размерах контролируемой детали, выходящих за пределы допускаемых значений.

Основное преимущество электрифицированных калибров — возможность с их помощью автоматизации контроля размеров деталей. Эти калибры можно настраивать на различные пределы измерения, что достигается изменением расстояния между контактами с помощью регулировочных винтов.

Масштабная линейка (ГОСТ 427—75) — одна из самых простых многозначных мер. Ее изготовляют из листовой инструментальной стали в виде полосы шириной 10...25 мм, на которую наносят штрихи — деления, расположенные друг от друга на расстоянии 1; 0,5 и 0,25 мм. Эти деления и составляют измерительную шкалу линейки. Для удобства отсчета каждое полусантиметровое деление шкалы отмечают удлинненным штрихом, а каждое сантиметровое — длинным штрихом, под которым проставляют цифру (число сантиметров от начала шкалы). Началом шкалы служит торцовая грань или концевой штрих. Масштабной линейкой можно проводить измерения с точностью до 0,5 мм, а при хорошем навыке — до 0,25 мм.

Рулетка (ГОСТ 7502—69) служит для определения расстояния между точками по прямой, а также длин дуг окружностей и кривых. Она представляет собой линейку, изготовленную из стальной ленты, которая сматывается в виде рулончика в футляр. Длина рулеток обычно составляет 1; 2; 5; 10; 15; 20 и 25 м. Цена деления шкалы рулеток длиной до 5 м равна 1 мм, а более

длинных рулеток — 1 см. Для диагностирования сельскохозяйственной техники применяют рулетки длиной 1 и 2 м (РС-1 и РС-2).

Стальные рулетки изготовляют плоского и желобчатого сечения. Их футляры снабжают кнопками или рукоятками, при помощи которых рулетки сворачиваются и разворачиваются.

§ 5. Штангенинструменты и угломеры

Штангенинструменты — средства для измерения и разметки линейных размеров (диаметров, длин, глубин и др.). Они состоят из штанги с нанесенной на ней основной шкалой и нониуса (вспомогательной шкалы, по которой отсчитывают доли делений основной шкалы).

К штангенинструментам относятся штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмусы, штангензубомеры.

Штангенциркуль (ГОСТ 166—73) используется для измерения наружных и внутренних размеров, глубин и высот деталей. Он состоит из штанги (масштабной линейки), которая соединена заодно с неподвижной щекой, имеющей губки для наружных и внутренних измерений. На штанге закреплена нониусная рамка, также выполненная заодно с губками для наружных и внутренних измерений и перемещающаяся по штанге.

Штангенциркули позволяют проводить измерения с точностью до 0,1; 0,05 или 0,02 мм. Такая точность достигается применением устройства для отсчета, называемого нониусом. В штангенциркулях с точностью измерения до 0,1 мм шкала нониуса наносится непосредственно на подвижную рамку. В штангенциркулях с более высокой точностью измерения шкала нониуса крепится на подвижной рамке и имеет продольное перемещение для регулировки. Кроме того, эти штангенциркули снабжены дополнительным устройством, предназначенным для точной настройки подвижной рамки при измерениях. Штангенциркули выпускают с пределами измерений 0...125, 0...150, 0...200, 0...250, 0...300 мм. Все штангенциркули с верхним пределом измерений свыше 125 мм снабжены микрометрическим устройством для плавного перемещения рамки при измерениях.

Из всех типов штангенциркулей наиболее универсален штангенциркуль с пределами измерений 0...125 мм

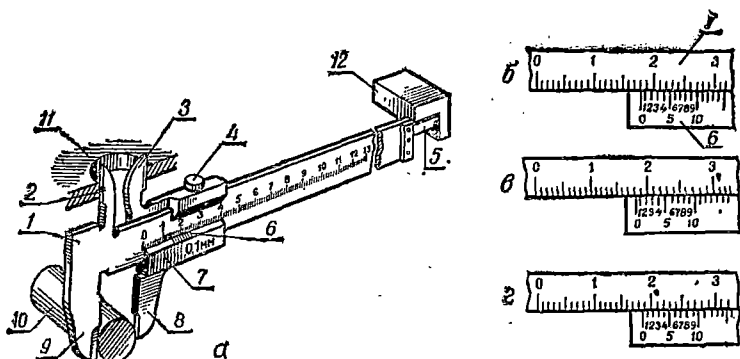


Рис. 13. Универсальный штангенциркуль:

а — измерение диаметров вала, отверстия и высоты (глубины) полки; *б, в, г* — показания инструмента при диаметрах валов соответственно 18,0; 18,1 и 18,4 мм; 1 — штанга; 2, 9 — губки штанги; 3, 8 — губки нониусной рамки; 4 — стопорный винт; 5 — линейка глубиномера; 6 — шкала нониуса; 7 — нониусная рамка; 10, 11, 12 — объекты контроля.

(рис. 13). Он состоит из штанги 1, на которой нанесена шкала, нониусной рамки 7 со шкалой 6 и линейки 5 глубиномера, жестко соединенной с нониусной рамкой и свободно посаженной в пазу обратной стороны штанги. Штанга выполнена заодно с губками 2 и 9, а нониусная рамка — с губками 3 и 8. Рамка вместе с глубиномером может свободно перемещаться по штанге. Для фиксации рамки в любом положении имеется стопорный винт 4.

При сомкнутых губках штангенциркуля нулевые деления линейки и шкалы нониуса точно совпадают. Чтобы определить размер детали, ее слегка зажимают между губками штангенциркуля, закрепляют нониусную рамку зажимным винтом, после чего по шкале штанги и нониуса проводят отсчет.

Рассмотрим, как отсчитывают показания по нониусу при использовании для измерений штангенциркуля, точность отсчета которого равна 0,1 мм.

На штанге этого инструмента деления нанесены через 1 мм, а на шкале нониуса — через 0,9 мм. Следовательно, на каждые 9 делений штанги приходится 10 делений нониуса. При сомкнутых губках совпадают нулевые деления штанги и нониуса, а также 10-е деление нониуса с 9-м делением штанги. Установим между губками валик, диаметр которого равен 18 мм. В этом случае нулевое

деление нониуса точно совпадает с 18-м делением штанги (рис. 13, б).

Теперь установим между губками валик, диаметр которого 18,1 мм. В данном случае нулевое деление нониуса будет сдвинуто на 0,1 мм вправо (рис. 13, в) и, следовательно, его 1-е деление совпадает с 19-м делением штанги, так как на шкале нониуса деления нанесены через 0,9 мм. При диаметре валика 18,4 мм совпадут 4-е деление нониуса и 22-е деление штанги (рис. 13, е).

Таким образом, чтобы прочесть размер, необходимо по шкале штанги определить целое число миллиметров, а по нониусу десятые доли миллиметра (при пользовании инструментами с точностью отсчета 0,05 и 0,02 — сотые доли миллиметра). Десятых (сотых) долей будет столько, сколько делений нониуса имеется между его нулевым штрихом и ближайшим делением, совпавшим с любым делением штанги.

Прежде чем проводить измерение, необходимо осмотреть измерительные поверхности губок: они не должны иметь забоин и искривлений. При сомкнутом положении губок нулевые штрихи штанги и нониуса должны совпадать. Рамка должна свободно перемещаться по штанге без качки и заеданий и не должна перемещаться, когда она закреплена винтом. При измерениях нельзя сильно прижимать губки к поверхности изделия, так как в случае тугого их хода результаты измерения не соответствуют действительному размеру детали.

Штангенциркули с верхним пределом измерения 125 мм снабжены глубиномером, представляющим собой плоский стержень, свободно скользящий в пазу обратной стороны штанги. Один конец этого стержня жестко соединен с рамкой. При сомкнутом положении губок свободный торец стержня глубиномера точно совпадает с торцом штанги.

Для измерения глубины штангу торцом устанавливают на плоскость детали (рис. 13), после чего, нажимая на рамку штангенциркуля, перемещают стержень в нужном направлении до упора. Затем, закрепив рамку, по шкале штанги и нониуса отсчитывают показания штангенциркуля.

Штангенглубиномер (ГОСТ 162—73) предназначен для измерения глубин отверстий, пазов, расстояний между двумя плоскостями, канавок, уступов и др. От штангенциркуля он отличается лишь конструктивно:

штанга у штангенглубиномера заканчивается срезанным торцом, служащим измерительной поверхностью, а рамка вместо губок имеет развитую опорную поверхность (основание).

Штангенрейсмус (ГОСТ 164—73) предназначен для разметки и измерения открытых и закрытых высот изделий; он применяется главным образом в слесарном деле.

Штангензубомер используют для измерения толщины зубьев шестерен на заданном расстоянии от окружности выступов. При контроле технического состояния частей тракторов и комбайнов им определяют износ зубьев шестерен силовой передачи по толщине. Штангензубомер представляет собой сдвоенный штангенциркуль. Он состоит из двух взаимно перпендикулярных штанг 1 и 9 (рис. 14) со шкалами. Шкала штанги 1 служит для установки заданной высоты зуба, а шкала штанги 9—для измерения толщины зуба (длины хорды) на этой высоте. Высоту зуба, на которой необходимо измерить его толщину, фиксируют с помощью подвижного упора 10, жестко соединенного с нониусной рамкой 7 и

микрометрическим винтом 3. Для точной установки упора в нужное положение на штанге 1 имеется ползунок 4, в прорези которого помещена гайка, посаженная на винте 3. Штанга 1 внизу заканчивается измерительной губкой.

На штанге 9 расположена нониусная рамка 12, к которой жестко прикреплена подвижная губка 11 с микрометрическим винтом 15. Для точной установки губки 11 при измерении толщины зуба служит ползунок 17, посаженный на штанге 9. В прорези этого ползунка находится гайка 16, навинченная на винт 15. Для фиксации ползунков и нониусных рамок служат стопорные

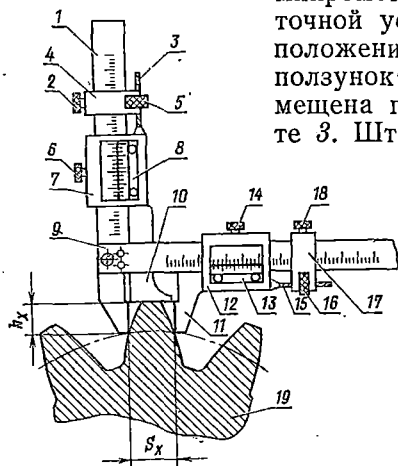


Рис. 14. Штангензубомер:

1, 9 — штанги; 2, 6, 14, 18 — стопорные винты; 3, 15 — микрометрические винты; 4, 17 — ползунки; 5, 16 — гайки; 7, 12 — нониусные рамки; 8, 13 — шкалы нониусов; 10 — упор; 11 — подвижная губка; 19 — шестерня.

винты 2, 6, 14 и 18. Шкалы 8 и 13 нониусов выполнены на пластинах, закрепленных на нониусных рамках.

Штангензубомеры изготовляют двух типов: для измерения зубчатых колес с модулем от 1 до 18 мм и с модулем от 5 до 35 мм. Точность отсчета по нониусам обоих типов штангензубомеров составляет 0,02 мм.

Чтобы измерить толщину зуба, сначала устанавливают приблизительно расстояние (высоту) между торцами губки и упора 10, перемещая последний при отпущенных винтах 2 и 6. Затем, застопорив ползунок 4, плавным вращением гайки 5 дополнительно перемещают упор 10 с нониусом в нужную сторону до тех пор, пока показание инструмента не будет равно искомой величине. Фиксируют размер с помощью винта 6. После этого штангензубомер упором 10 ставят на торец зуба (как показано на рисунке), приблизив к нему вплотную губки штанги 1, и при помощи подвижной губки 11 слегка зажимают зуб. Точную установку подвижной губки относительно неподвижной осуществляют с помощью гайки 16 при застопоренном ползунке 17. Застопорив нониусную рамку 12 винтом 14, по шкале штанги 9 и шкале 13 нониуса отсчитывают толщину зуба.

При определении износа зубьев шестерен силовой передачи тракторов и других сельскохозяйственных машин их толщину S_x измеряют в точках пересечения делительной окружности с поверхностью зуба (по хорде h_x).

Угломер с нониусом предназначен для измерения с высокой точностью как наружных, так и внутренних углов. Стандартизировано два типа угломеров с нониусом: транспортирный и универсальный.

Транспортирный угломер очень прост по конструкции. Он состоит из основания, на котором нанесена шкала по дуге 120°. Основная линейка жестко соединена с основанием, а подвижная линейка вращается вместе с нониусом.

Для измерения углов от 0 до 90° на подвижную линейку надевается угольник с углом 90°. Углы от 90 до 180° измеряют без угольника.

Более сложную конструкцию имеет *универсальный* угломер. Он включает в себя сектор 6 (рис. 15), на котором нанесена основная градусная шкала, и планку 9 с закрепленной на ней нониусной шкалой 5. К сектору прикреплена линейка 7, скошенная грань которой является рабочей (измерительной) поверхностью. Сектор

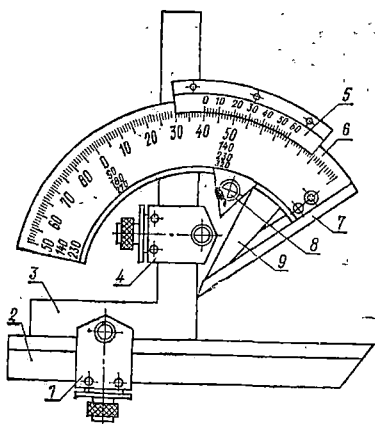


Рис. 15. Угломер УН (с нониусом):

1, 4 — хомуты; 2, 7 — линейки; 3 — угольник; 5 — шкала нониуса; 6 — сектор со шкалой; 8 — прижимной винт; 9 — планка.

можно легко перемещать относительно нониусной шкалы и стопорить прижимным винтом 8. К рабочей грани планки 9 при помощи хомута 4 прикреплен угольник 3, к рабочей грани которого, в свою очередь, хомутиком 1 крепится линейка 2. Точная установка сектора 6 при измерении углов осуществляется микрометрической подачей путем вращения гайки, расположенной на обратной стороне нониусной планки 9.

При помощи угломера описанной конструкции можно измерять углы в следующих пределах:

между рабочими гранями линеек 2 и 7 при полнокомплектном угломере — от 0 до 50°; между этими же гранями линеек после замены угольника 3 и линейки 2 — углы от 50 до 140°; между рабочими гранями угольника 3 и линейки 7 при снятой линейке 2 — углы от 140 до 230°; между рабочими гранями линейки 7 и нониусной планки 9 при снятых угольнике 3 и линейке 2 — углы от 230 до 320°. Соответственно этим вариантам проградуирована шкала сектора угломера.

Порядок отсчета углов по шкалам сектора и нониуса угломера такой же, как и по шкалам штангенциркуля. Цена деления основной шкалы угломера равна 1°.

§ 6. Микрометрические измерительные инструменты

Микрометрическими называют инструменты с точным (микрометрическим) винтом для измерения линейных размеров. По назначению различают: микрометры для наружных и внутренних измерений (рис. 16, а, б); микрометрические глубиномеры (рис. 16, в), зубомеры; резьбовые микрометры, резьбовые микрометрические нутромеры, рычажно-зубчатые микрометры и др.

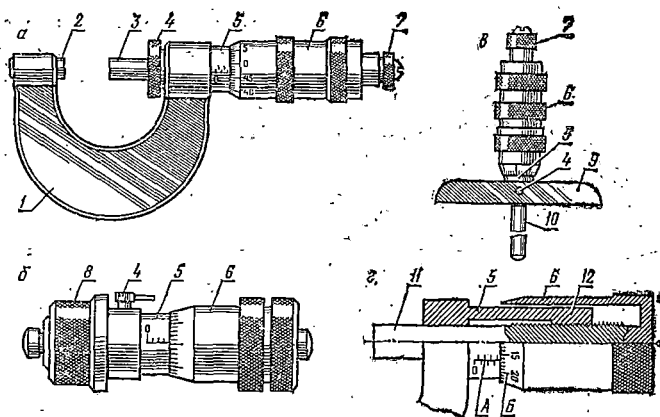


Рис. 16. Микрометрические инструменты:

а — микрометр для наружных измерений; *б* — микрометр для внутренних измерений (штихмасс); *в* — микрометрический глубиномер; *г* — микрометрическая головка; 1 — скоба; 2 — жесткая (неподвижная) пятка; 3 — подвижная пятка микрометрического винта; 4 — фиксатор; 5 — стебель; 6 — барабан; 7 — трещоточное устройство; 8 — сменный наконечник; 9 — основание; 10 — сменный стержень; 11 — микровинт; 12 — микрогайка; *А* — основная шкала; *Б* — дополнительная шкала.

Основной составной частью всех микрометрических инструментов является головка (рис. 16, *г*), которая состоит из микрометрической пары — винта 11 и гайки 12, стебля 5 и барабана 6, жестко соединенного с микровинтом. При вращении барабан вместе с микровинтом перемещается вдоль стебля 5 (за один оборот на шаг винта, равный 0,5 мм).

На стебле нанесена основная шкала *А* с интервалами в 0,5 мм. Следовательно, за один оборот барабан перемещается на одно деление. Для отсчета долей пройденного деления на коническом срезе барабана нанесена дополнительная шкала *Б*, содержащая, как правило, 50 делений. В этом случае точность отсчета равна 0,1 мм.

Чтобы уменьшить погрешности измерений от нестабильности измерительного усилия, микрометрическая головка инструмента снабжена специальным трещоточным устройством.

При превышении нормируемого усилия нажатия микровинта на измеряемое изделие трещотка начинает пробухсовывать и перемещение барабана вдоль стебля прекращается.

Нормалемер НЦ (микрометрический зубомер), ГОСТ 7760—74, служит для измерения длины общей нормали зубчатых колес. В отличие от обычных микрометров он снабжен специальными насадками в виде плоских дисков диаметром до 30 мм, посаженными на подвижную и неподвижную пятки. Диски вводят между зубьями так, чтобы охватить расчетное число зубьев.

Резьбовой микрометр (ГОСТ 4380—78) предназначен для измерения среднего диаметра наружных резьб. От обычного микрометра он отличается наличием на концах пяток сменных гребенчатой и конической вставок. Рабочий угол гребенчатой вставки должен соответствовать углу профиля витка проверяемой резьбы, а угол конической вставки — углу профиля впадины резьбы.

Резьбовой микрометрический нутромер служит для измерения среднего диаметра внутренних резьб. Он представляет собой обычный микрометрический нутромер (рис. 16, б), у которого вместо шаровых наконечников установлены призматическая и коническая вставки.

Рычажно-зубчатый микрометр (ГОСТ 4381—68) представляет собой сочетание микрометрической головки с рычажно-зубчатым механизмом, снабженным собственной шкалой. Цена деления шкалы микрометрической головки составляет 0,01 мм, а шкалы рычажно-зубчатого механизма — 0,002 мм. Рычажно-зубчатый механизм встроен в корпус скобы.

Если требуемая точность отсчета не превышает 0,01 мм, пользуются только микрометрической головкой. При более высоких требованиях к точности измерений используют рычажно-зубчатый механизм.

Микрометрические инструменты делят на два класса точности — 0 и 1, а при переаттестации им может быть присвоен и класс точности 2.

§ 7. Индикаторы часового типа, индикаторные нутромеры, миниметры

Индикатор часового типа (ГОСТ 577—68) служит для определения отклонений поверхностей деталей от правильной геометрической формы и для измерения относительных величин и небольших линейных перемещений. При диагностировании сельскохозяйственной техники индикаторы часового типа применяют в основном для определения зазоров в подшипниках.

Индикатор часового типа состоит из цилиндрического корпуса 13 (рис. 17), внутри которого во втулках 2 и 5 установлен измерительный стержень 1. В средней части измерительного стержня нарезана зубчатая рейка, находящаяся в постоянном зацеплении с малой шестерней 12. Последняя посажена на одной оси с большой шестерней 3. Шестерня 3 входит в зацепление с шестерней 9; к ней жестко прикреплена стрелка 4 большой шкалы индикатора. Измерительный стержень на конце имеет рифленый наконечник 14, в торец которого запрессован стальной шарик 15, служащий измерительной поверхностью. Шестерня 9 находится в зацеплении с шестерней 8; на оси которой закреплена стрелка 6 малой шкалы.

Чтобы исключить зазоры в передаточном механизме, на оси шестерни 8 закреплена тонкая спиральная пружина (волосок) 7, стремящаяся повернуть ось всегда в одном направлении. Постоянное измерительное усилие наконечника 14 создается пружиной 11, один конец которой прикреплен к направляющей планке 10 измерительного стержня, а другой — к корпусу индикатора.

Циферблат индикатора имеет большую и малую шкалы.

На большой шкале нанесено 100 делений с ценой деления 0,01 мм. При одном полном обороте стрелки 4 измерительный стержень перемещается на 1 мм. Малая шкала указывает число полных оборотов большой стрелки, цена деления этой шкалы равна 1 мм.

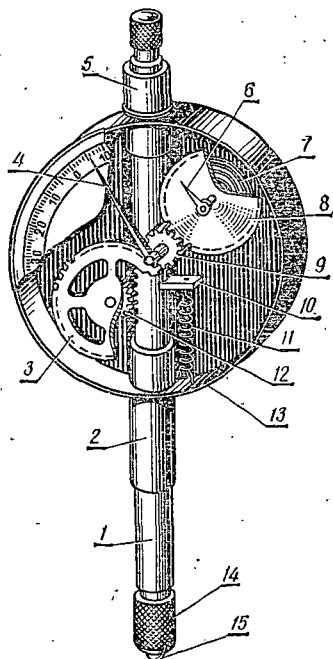


Рис. 17. Индикатор часового типа ИЧ10:

1 — измерительный стержень; 2, 5 — направляющие втулки; 3, 8, 9, 12 — шестерни передаточного механизма; 4, 6 — стрелки большой и малой шкалы; 7 — спиральная пружина (волосок); 10 — направляющая планка; 11 — пружина; 13 — корпус индикатора; 14 — наконечник; 15 — стальной шарик.

Индикаторы выпускают трех типоразмеров с пределами измерения 0...3 мм, 0...5 мм и 0...10 мм.

Для закрепления индикаторов в нужных положениях при измерениях служат универсальные стойки и штативы (ГОСТ 10197—70), имеющие шарнирные сочленения.

Универсальное устройство для крепления индикатора состоит из магнитного основания со стойкой, на которой имеется колодка со штангой. Колодка может быть закреплена на необходимой высоте при помощи гайки-барашка.

Окончательная фиксация с помощью гайки-барашка проводится после регулировки необходимого вылета штанги и ее поворота вокруг своей оси и оси гайки-барашка. На конце штанги имеется держатель, в прорези которого гайкой-барашком закреплена направляющая ножки индикатора.

Держатель может поворачиваться вокруг оси шарнирного соединения его со штангой. Окончательное положение держателя с индикаторной головкой фиксируется гайкой-барашком.

Индикаторный нутромер (ГОСТ 868—72) служит для относительных измерений отверстий, в частности для определения износа гильз цилиндров тракторных и комбайновых дизелей. Основная составная часть индикаторного нутромера — индикатор часового типа 1 (рис. 18), который с помощью направляющей втулки 2 и винта 3 закрепляют на трубке 6, жестко соединенной с корпусом 7 нутромера. Наконечник 4 индикатора упирается в подвижный стержень 5. Последний через двуплечий рычаг 9 связан со стержнем 8; переме-

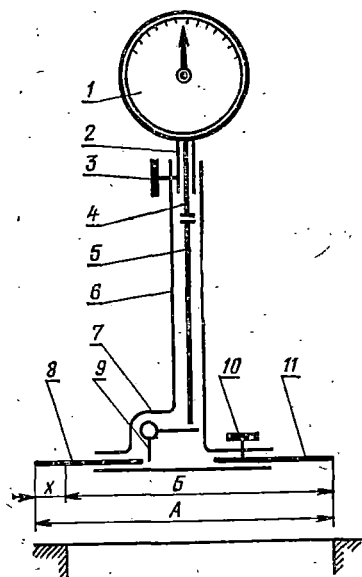


Рис. 18. Принципиальная схема индикаторного нутромера:

1 — индикатор часового типа; 2 — направляющая втулка; 3 — винт для крепления индикатора; 4 — наконечник индикатора; 5 — подвижные стержни; 6 — трубка; 7 — корпус нутромера; 9 — двуплечий рычаг; 10 — винт крепления сменного стержня; 11 — сменный стержень.

щающимися в направляющей корпуса 7. С противоположной стороны корпуса с помощью винта 10 жестко закреплен сменный стержень 11.

Если нажать на стержень 8, то он, скользя по направляющей, повернет двуплечий рычаг 9 против часовой стрелки, который, в свою очередь, переместит стержень 5 вверх. При этом ножка индикатора через передаточный механизм повернет стрелку индикатора 1 на определенный угол. Предел измерения $x = A - B$ соответствует максимальному перемещению стержня 8.

Миниметр представляет собой измерительную головку с рычажной передачей. Он служит для тех же целей, что и индикатор часового типа. По сравнению с индикатором миниметр является более точным измерительным инструментом, но более сложным в изготовлении. Пределы измерения у миниметров значительно меньше, чем у индикаторов. Миниметры выпускаются с ценой деления 0,01; 0,005; 0,002; 0,001 мм и соответственно с пределами измерения $\pm 0,3$, $\pm 0,15$, $\pm 0,06$, $\pm 0,03$ мм.

Чтобы осуществить измерение, головку миниметра, так же как и индикатор часового типа, соединяют с соответствующим измерительным или поддерживающим приспособлением.

§ 8. Оптические средства измерений

Оптические средства измерений применяют для особо точных измерений относительных величин. К ним относятся оптиметры и измерительные (инструментальные) микроскопы.

Оптиметр (ГОСТ 5405—75) предназначен для точных измерений линейных величин относительным методом. Различают горизонтальные и вертикальные оптиметры. Основной составной частью этих приборов является головка.

Рассмотрим устройство горизонтального оптиметра. На массивном основании 1 (рис. 19, а) закреплены направляющий валик 2 и стол 7. На валике 2 установлены передвижные кронштейны 3, фиксируемые в необходимом положении винтами. На левом кронштейне закреплена пиноль 5 — стальная труба, внутри которой с помощью микрометрического винта перемещается стержень с присоединенным к нему измерительным штифтом. На штифт устанавливается сменный наконечник 6. На

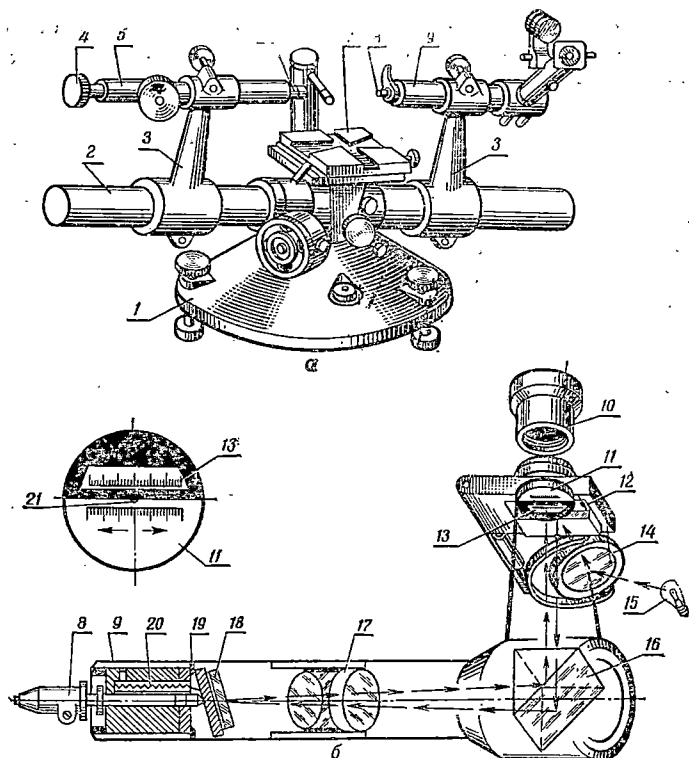


Рис. 19. Общий вид горизонтального оптиметра с наконечниками для наружных измерений (а) и головка оптиметра (б):

1 — основание; 2 — направляющий валик; 3 — кронштейны; 4 — микрометрический винт пиноли; 5 — пиноль; 6 — сменный наконечник; 7 — стол; 8 — измерительный стержень; 9 — трубка головки оптиметра; 10 — окуляр; 11 — стеклянная пластинка со шкалой; 12, 16 — призмы; 13 — масштабная шкала; 14, 18 — зеркала; 15 — источник света; 17 — объектив; 19 — ось; 20 — пружина; 21 — указатель.

правом кронштейне закреплена трубка 9 головки оптиметра. При измерении наружных размеров изделие устанавливают между наконечниками пиноли и трубки оптиметра. Для измерения внутренних размеров на трубу пиноли надевают специальные приспособления — скобы. При этом измерительные наконечники скоб вводят внутрь измеряемого отверстия. Расстояние между наконечниками изменяют с помощью микровинта 4 пиноли.

Работа оптиметра основана на принципе оптического

рычага: малым плечом рычага служит расстояние от точки опоры качающегося зеркала до оси измерительного стержня; а большим — фокусное расстояние объектива.

Устройство головки оптиметра показано на рисунке 19, б. Свет от источника 15 при помощи зеркала 14 направляется в трехгранную призму 12. Затем, отражаясь от грани призмы, лучи света проходят через прозрачную стеклянную пластинку 11, на которой нанесена шкала 13 (на темном фоне). Изображение шкалы проходит через призму 16, где лучи преломляются на 90° и проходят через объектив 17. Затем параллельным пучком лучи направляются к зеркалу 18 и, отражаясь, идут обратно. Отраженные лучи проходят тот же путь и дают на стеклянной пластинке 11 отраженную шкалу (на светлом фоне).

Перемещение измерительного стержня 8 вызывает угловое отклонение зеркала 18 (поворот вокруг оси 19). Благодаря этому отраженная шкала передвигается параллельно масштабной шкале. Величину этого перемещения оценивают относительно неподвижного указателя, обозначенного на пластинке 11. За шкалой наблюдают через окуляр 10...12-кратного увеличения. При перемещении измерительного стержня на 0,001 мм отраженная шкала сместится относительно указателя на одно деление, интервал которого в поле зрения окуляра равен 0,96 мм. Цена деления шкалы оптиметра составляет 0,001 мм, а предел измерения $\pm 0,1$ мм.

Инструментальный микроскоп (ГОСТ 8074—71) служит для измерения линейных и угловых размеров деталей и их элементов, имеющих сложную форму, в частности резьбовых изделий, режущего инструмента, профильных шаблонов, лекал, кулачков, конусов, метчиков, резьбонарезных гребенок, диаметров отверстий.

Стандартом предусмотрено три типа инструментальных микроскопов: малый (ММИ) — с пределами измерений до 75 мм; большой (БМИ) — с пределами измерений до 150 мм и бинокулярный (БИМ) — с пределами измерений до 150 мм. Более совершенным типом бинокулярного микроскопа является микроскоп с цифровым отсчетом. Микроскопы типа ММИ и БМИ имеют одинаковую конструкцию и отличаются друг от друга только размерами. Наибольшее распространение получил малый инструментальный микроскоп.

вентилей, калиброванных измерительных сопел и воздушных фильтров с отстойником.

Ротаметр — основная часть прибора, служащая для измерения расхода воздуха. Он состоит из конической стеклянной трубки 4 (рис. 21), закрепленной вертикально, поплавка 5 и масштабной шкалы 9. Действие ротаметра основано на уравнивании массы поплавка потоком воздуха (динамическим напором). Чем больше зазор между торцами измерительных сопел 8 и объектом измерения 7, тем больше напор движущейся струи воздуха, а значит, тем выше поплавок, против которого отсчитывают показание прибора. Благодаря конусности трубки ротаметра по мере подъема поплавок уменьшает перепад давления в нижней и верхней частях трубки (на поплавке). Когда перепад давления становится равным массе поплавка, приходящейся на единицу площади его поперечного сечения, наступает равновесие и поплавок «зависает». Это означает, что каждой величине расхода воздуха (измеряемого зазора) соответствует вполне определенное положение поплавка.

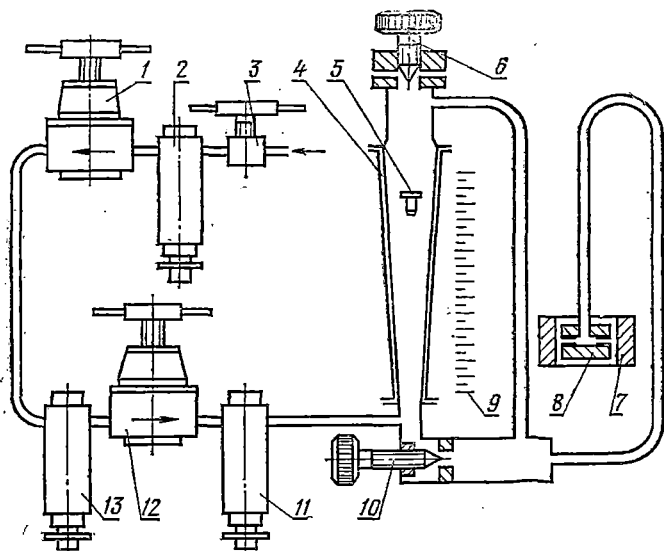


Рис. 21. Схема пневматического прибора высокого давления:
1, 12 — редукторы; 2, 13 — фильтры; 3 — запорный вентиль; 4 — коническая стеклянная трубка ротаметра; 5 — поплавок; 6, 10 — регулировочные вентили; 7 — объект измерения; 8 — калибровочные измерительные сопла; 9 — масштабная шкала; 11 — отстойник.

Постоянство давления в полости под поплавком ротаметра поддерживается с помощью редукторов 1 и 12. Для очистки воздуха от пыли и масла имеются фильтры 2 и 13 с отстойником 11. Калибровку ротаметра (установку поплавка в нулевое положение при заданном рабочем давлении) и перенастройку на различные диапазоны измерений осуществляют с помощью вентилей 6 и 10.

§ 10. Средства измерений для определения температур

Для технического диагностирования машин применяют термометры расширения, манометрические термометры, термометры сопротивления, приборы с термопарами и др.

Принцип действия термометров расширения основан на свойствах тел увеличивать свой объем при нагревании. Различают стеклянные (жидкостные), биметаллические и стержневые термометры.

Из них наибольшее распространение получили *стеклянные* термометры, в которых рабочей жидкостью служит ртуть или спирт. Эта жидкость заключена в закрытый стеклянный резервуар, соединенный с капиллярной трубкой. При нагревании резервуара жидкость увеличивается в объеме и поднимается вверх по капилляру. Об измеряемой температуре судят по высоте столбика жидкости в капилляре.

Термометры с ртутным заполнением, снабженные электрическими контактами, называются контактными. Один из контактов, впаянный в нижней точке капилляра, всегда соприкасается с ртутью. Другие контакты впаяны в капилляр на определенных отметках шкалы и соприкасаются с ртутью при достижении соответствующей температуры.

К достоинствам стеклянных термометров следует отнести их простоту и дешевизну, к недостаткам — неудобство отсчета показаний, запаздывание показаний вследствие большой тепловой инерции, малую прочность, невозможность автоматической регистрации и передачи показаний на расстояние.

В *биметаллическом термометре* имеется измерительный преобразователь, который выполнен в виде плоской или спиральной пружины, спаянной из двух разнородных пластин, изготовленных из металлов с разными тем-

пературными коэффициентами расширения. При нагревании обе пластины удлиняются неодинаково и пружина изгибается в сторону металла с меньшим температурным коэффициентом. О температуре нагрева судят по величине изгиба пружины, с которой жестко соединен стрелочный указатель.

Стержневой термометр состоит из трубки и стержня, изготовленных из разных материалов. Один конец стержня, расположенный внутри трубки, жестко прикреплен к ее дну. При нагревании трубка и стержень удлиняются неодинаково. О температуре нагрева судят по изменению соотношения их длины.

Биметаллические и стержневые термометры, так же как и специальные термометры с ртутным заполнением, снабжают электрическими контактами, которые включаются и выключаются при заданных значениях температуры.

Контактные термометры применяют главным образом в качестве сигнализаторов и регуляторов температуры.

Действие манометрических термометров основано на использовании зависимости давления жидкостей или газов, помещенных в замкнутый объем, от температуры. Манометрический термометр имеет измерительный механизм пружинного манометра. Внутренняя полость манометрической пружины герметично соединена капиллярной трубкой с термобаллоном, при нагревании которого рабочее термометрическое вещество расширяется, вследствие чего повышается давление в системе. Манометрической пружиной оно преобразуется в перемещение стрелки указателя прибора.

Для защиты от повреждений капиллярная трубка заключена в чулок из стальной или медной проволоки.

Различают жидкостные, паровые и газовые манометрические термометры. В *жидкостных* термометрах в качестве рабочего вещества используют ртуть, ксилол, метиловый спирт. В *паровых* термометрах применяют жидкости, кипящие при низкой температуре (ацетон, бензол, хлористый метил и др.). В *газовых* термометрах вся система заполнена инертным газом (азот, гелий) под давлением, превышающим атмосферное. При нагревании термобаллона давление газа повышается.

Погрешность жидкостных и газовых термометров не превышает $\pm 1,5\%$, а паровых — $\pm 2,5\%$.

Манометрические термометры могут быть снабжены сигнальными контактами, а также устройствами для дистанционной передачи и регистрации показаний. К достоинствам термометра этого типа относится отсутствие электрических цепей, что позволяет применять их во взрывоопасной среде. Недостатки манометрических термометров: малая механическая прочность капиллярных трубок, инерционность, сложность монтажа и ремонта.

В термометрах сопротивления используется свойство проводниковых материалов изменять электрическое сопротивление при нагревании или охлаждении. О температуре контролируемого объекта судят по величине сопротивления, измеряемого каким-либо прибором.

Термометр сопротивления прост по конструкции и представляет собой отрезок металлической проволоки или ленты, намотанной на каркас из изоляционного материала и помещенной в защитный чехол. Термометры сопротивления изготовляют из химически чистых металлов — платины и меди; реже используют никель и железо. Вторичными измерительными приборами для термометров сопротивления служат показывающие и самопишущие мосты сопротивления и логометры.

Действие *измерительного моста* основано на сравнении измеряемой величины с образцовой мерой. Различают уравновешенные (наиболее точные) и неуравновешенные мосты, в которых об измеряемой величине судят по показанию прибора, измеряющего разбаланс моста. В настоящее время для технических измерений широко применяются электронные автоматические уравновешенные мосты, изготавливаемые в виде показывающих и самопишущих приборов.

Логометр — измерительный магнитоэлектрический прибор, который включает в себя постоянный магнит и две подвижные рамки, скрещенные между собой. Ток в обмотки рамок от батареи подводится через тонкие ленточки, называемые безмоментными проводами. Рамки включают в мостовую схему так, чтобы создаваемые ими вращающие моменты были направлены навстречу друг другу. Равновесие моста наступает в случае равенства моментов. При этом токи в рамках равны и рамки располагаются симметрично относительно оси полюсных наконечников. Изменение температуры (сопротивления термометра) нарушает равновесие моста, что влечет за

собой поворот рамки и стрелки логометра. Так осуществляется непрерывное измерение температуры термометром сопротивления в комплекте с логометром.

Термопара представляет собой соединение двух проводников, изготовленных из разных металлов. При нагревании места соединения (спая) в нем возникает термоэлектродвижущая сила, величина которой зависит от температуры нагрева. В качестве термоэлектродных проводов применяют в большинстве случаев хромель-копель (ХК) и хромель-алюмель (ХА).

Термопары группы ХК обладают наиболее высокой термоэлектродвижущей силой (порядка 7...9 мВ на 100°C). Однако вследствие сравнительно низкой температуры плавления копеля их применяют для измерения температур, не превышающих $600\text{--}800^{\circ}\text{C}$. Для измерения более высоких температур используют хромель-алюмелевые термопары.

Чтобы измерить температуру объекта диагностирования или среды, в нее вводят спай 1 (рис. 22) термопары, свободные концы которой присоединяют к измерительному прибору — гальванометру 6. Для экономии термоэлектродов к их свободным концам припаивают однородные компенсационные провода 5, изготавливаемые из меди или другого материала. Компенсационные провода практически не влияют на величину термоэлектродвижущей силы, они выполняют роль удлинителей.

Для работы в комплекте с термопарой используют высокочувствительные приборы — милливольтметры магнитоэлектрической системы (гальванометры) и потенциометры.

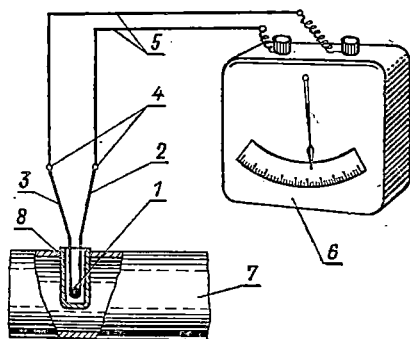


Рис. 22. Схема измерения температуры при помощи термопары и гальванометра:

1 — спай термопары; 2, 3 — термоэлектроды; 4 — свободные концы термопары; 5 — компенсационные провода; 6 — гальванометр; 7 — трубопровод с измеряемой средой; 8 — защитный чехол.

Термоэлектродвижущая сила зависит от разности температур спая и свободных концов термопары. Термопары тарируют, как правило, при температуре свободных концов, равной 0°C . Поэтому при определении температуры объекта контроля милливольтметром в условиях окружающей среды необходимо сделать соответствующую поправку. При измерении разности температур, например, охлаждающей жидкости в верхнем и нижнем баках радиатора температура свободных концов термопары практически не влияет на точность измерений.

Термоэлектродвижущая сила, возникающая в спае термопары, очень мала, поэтому для ее измерения применяют высокочувствительные приборы: милливольтметры магнитоэлектрической системы и потенциометры.

Магнитоэлектрический механизм милливольтметра представляет собой подвижную рамку, обмотанную изолированным проводом, и постоянный магнит с полюсными накладками, помещенный внутри рамки. Рамка подвешена на растяжках, которые служат осью ее вращения и одновременно создают противодействующий момент, закручиваясь при повороте рамки. Магнит и рамка находятся внутри стального цилиндра, являющегося магнитопроводом.

При прохождении тока от термопары через обмотку рамки появляется вращающий момент, возникающий в результате воздействия магнитного поля на боковые стороны рамки. Под действием этого момента рамка поворачивается до тех пор, пока противодействующий момент растяжек не станет равным вращающему моменту. Угол отклонения рамки со стрелкой пропорционален току в обмотке рамки.

Промышленность выпускает как показывающие, так и самопишущие милливольтметры. Они могут быть также снабжены контактными устройствами для регулирования температуры.

Достоинством милливольтметров является простота конструкции, недостатком — низкая точность измерений.

Более совершенные приборы, используемые при измерении температуры с помощью термопар, — автоматические электронные потенциометры (приборы сравнения). Действие этих приборов основано на компенсационном методе измерения э. д. с., который заключается в сопоставлении измеряемой величины с известной величиной (образцовой мерой). Термопару подключают последова-

тельно с компенсационной измерительной схемой. Значение термоэлектродвижущей силы, возникающей в термопаре, сравнивается с напряжением измерительной схемы. Высокочувствительные электронные усилители обеспечивают большую точность измерений. Погрешность автоматических электронных потенциометров не превышает $\pm 0,5\%$.

Приборы для измерения температур могут найти широкое применение при диагностировании составных частей машин, в частности двигателей внутреннего сгорания, по параметрам тепловых процессов. В ГОСНИТИ и других организациях ведутся исследования по обоснованию использования указанных параметров при техническом диагностировании.

§ 11. Приборы для измерения усилий, давлений и крутящих моментов

Приборы для измерения усилий, давлений и крутящих моментов можно разделить на механические (с непосредственным отсчетом измеряемых величин) и электрические, снабженные устройствами для преобразования неэлектрических величин в электрические (см. § 3 этой главы);

Механические приборы. Эти приборы широко применяются при диагностировании сельскохозяйственной техники. К ним относятся пружинные динамометры (для измерения усилий), манометрические приборы (для измерения давления), маятниковые механизмы электродвигательных стенов (для измерения крутящего момента).

Для определения усилий на рычагах при диагностировании фрикционных муфт широко используется динамометр ДПУ-0,02-2. Он состоит из упругой скобы, выполненной в виде кольца, отсчетного механизма и корпуса. Скоба с одной стороны жестко прикреплена к корпусу, а с противоположной (подвижной) стороны посредством присоединительной тяги связана с отсчетным механизмом. Измеряемое усилие передается на скобу при помощи двух проушин. Отсчетный механизм, расположенный на корпусе, состоит из зубчатого сектора и трибки, на оси которой закреплены стрелка и спиральная пружина (волосок), выбирающая зазор в зубчатом зацеплении механизма. Сектор представляет собой разноплечий рычаг, малое плечо которого соединено с тягой,

Под действием растягивающих усилий упругая скоба деформируется, вызывая поворот зубчатого сектора и трибки с отсчетной стрелкой.

Манометрические приборы служат для измерения избыточного давления, возникающего в результате действия на поверхность тела различных сил. Сумма избыточного и атмосферного давлений составляет абсолютное давление.

Приборы, измеряющие положительное избыточное давление, называют *манометрами*, а приборы, измеряющие отрицательное избыточное давление, — *вакуумметрами*. Универсальные приборы называют *мановакуумметрами*.

Манометрические приборы по принципу действия подразделяются на жидкостные, пружинные и поршневые. Для диагностирования тракторов и других сложных сельскохозяйственных машин применяют пружинные и жидкостные манометрические приборы.

Манометры поршневого типа, как наиболее точные приборы, служат главным образом для проверки рабочих и образцовых пружинных манометров.

Работа пружинных манометрических приборов основана на перемещении под действием давления измеряемой среды свободного (закрытого) конца трубчатой пружины 1 (рис. 23), связанного через зубчатую передачу со стрелкой 2, которая фиксирует величину перемещения. Эта величина функционально зависит от измеряемого давления, значение которого определяют по отклонению стрелки. Для устранения зазора в передаточном механизме имеется спиральная пружина (волосок).

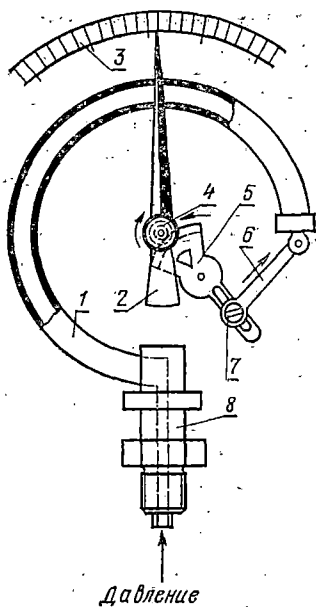


Рис. 23. Измерительный механизм пружинного манометра:

1 — трубчатая пружина; 2 — стрелка; 3 — шкала; 4 — шестерня; 5 — зубчатый сектор; 6 — тяга; 7 — шарнирное соединение; 8 — штуцер.

В жидкостных приборах измеряемое давление уравновешивается давлением столба жидкости.

Простейший жидкостный манометрический прибор состоит из U-образной стеклянной трубки и прямолинейной шкалы с делениями.

Если в U-образном манометре один конец трубки сообщается с атмосферой, а к другому подводят давление, то такой манометр измеряет разность подведенного и атмосферного давлений. Если же давление подводят к обоим концам трубки, то манометр измеряет разность этих давлений. В данном случае его называют дифференциальным.

Кроме манометрических приборов с непосредственным отсчетом показаний, широкое применение находят бесшкальные манометры с унифицированными пневматическими или электрическими сигналами, используемые в системах контроля, автоматического регулирования и управления различными технологическими процессами.

Маятниковый механизм электротормозного стенда смонтирован на неподвижной стойке. В средней части стойки на шариковых подшипниках установлен эксцентриковый валик, на одном конце которого жестко закреплены рычаг маятника с противодействующим грузом и большая шестерня-сектор, а на другом имеется тяга, шарнирно соединяющая эксцентрик с корпусом электромашины (тормоза). В верхней части стойки на шариковых подшипниках установлен валик. На одном его конце жестко посажена малая шестерня, входящая в зацепление с большой шестерней-сектором, а на другом — стрелка циферблата. Шкала циферблата закреплена на стойке в плоскости, перпендикулярной оси вращения стрелки.

При нагружении дизеля с помощью реостата стенда корпус электромашины, поворачиваясь под действием магнитных силовых линий, перемещает тягу, которая, в свою очередь, поворачивает эксцентриковый валик вместе с маятниковым рычагом и противодействующим грузом. При этом большая шестерня-сектор, закрепленная на эксцентриковом валике, поворачивает малую шестерню, а вместе с ней и стрелку циферблата. Чем больше крутящий момент, тем больше угол поворота корпуса электромашины, а следовательно, и стрелки.

Шкалу маятникового механизма тарируют с помощью двуплечёвого рычага и гирь. Тарировочный рычаг изготов-

лен так, что его плечи равновелики, а масса после крепления к корпусу электромашины уравновешена относительно оси вращения ротора. Расстояние от оси подвеса гирь до оси вращения ротора электромашины равно 974 или 716,2 мм. В первом случае мощность испытуемого двигателя получается в киловаттах, а во втором — в лошадиных силах.

Формула для определения мощности в обоих случаях имеет вид:

$$N_e = 0,06 Pn, \quad (30)$$

где P — величина отсчета по шкале циферблата, равная соответствующей массе гирь при тарировке, кг; n — частота вращения, с^{-1} .

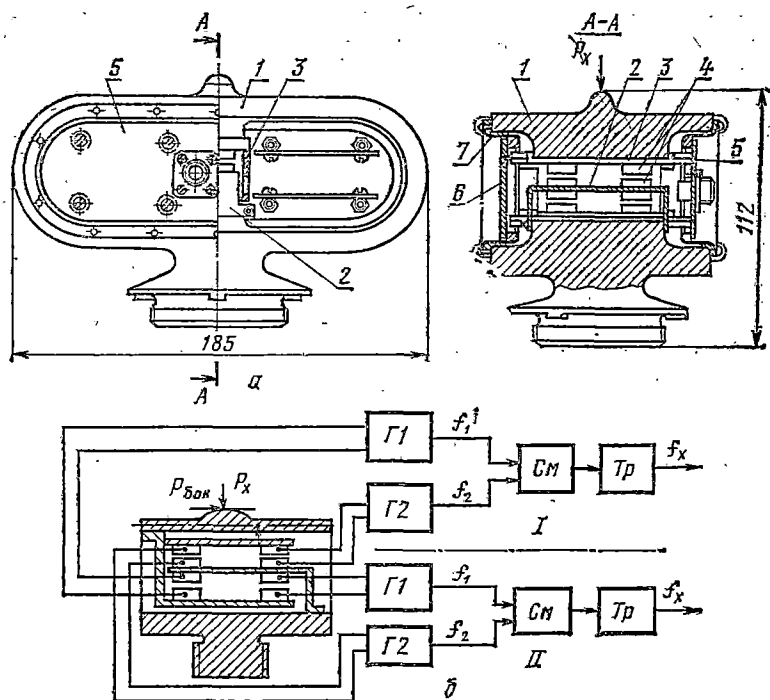


Рис. 24. Общий вид (а) и принципиальная блок-схема (б) прибора для измерения усилий с индуктивным преобразователем и частотным выходным сигналом:

1 — упругий элемент; 2, 3 — держатели; 4 — ферритовые сердечники; 5, 6 — крышки; 7 — резиновые прокладки; Г1, Г2 — генераторы заданной частоты; См — смеситель; Тр — трансформатор, f_x — частота колебаний.

Электрические приборы. При измерении усилий, давлений и крутящих моментов электрическими методами применяют самые разнообразные измерительные преобразователи, принципы действия которых описаны в § 3. Методы электрических измерений перечисленных параметров весьма сходны между собой, и поэтому они рассматриваются совместно.

Для измерения усилий часто применяют специальные упругие элементы с наклеенными на них измерительными преобразователями — тензорезисторами (проволочными, фольговыми, полупроводниковыми и др.). Тензорезисторы могут работать как на растяжение, так и на сжатие. Упругий элемент называют динамометрическим звеном.

Прибор для измерения усилий с индуктивным преобразователем и частотным выходным сигналом включает в себя овальный упругий элемент 1 (рис. 24, а) с прикрепленными к нему сердечниками 4 катушек индуктивности. Средние сердечники приклеены к держателю 2, прикрепленному к основанию упругого элемента, а крайние — к держателю 3, прикрепленному к верхней пластине упругого элемента.

При воздействии на упругий элемент измеряемого усилия P_x верхний зазор уменьшается, а нижний увеличивается. Соответственно индуктивность верхнего преобразователя, состоящего из двух последовательно соединенных обмоток, увеличивается, а нижнего — уменьшается. Для повышения надежности измерительный преобразователь выполнен двухканальным (рис. 24, б). Катушки индуктивности включены в контур двух измерительных генераторов $G1$ и $G2$ с заданными начальными частотами. Выходные напряжения генераторов подаются на смеситель $См$ и через согласующий трансформатор Tr на вход линии связи.

Вся измерительная цепь описанного прибора монтируется на крышке 5 преобразователя. Упругий элемент 1 одновременно выполняет роль корпуса преобразователя и закрывается с боковых сторон крышками 5 и 6, которые присоединяются к нему через мягкие резиновые прокладки 7, обеспечивающие надежную герметизацию преобразователя. Овальный элемент по сравнению с кольцевым позволяет значительно уменьшить погрешность от действия боковой силы $P_{бок}$. Погрешность измерений с помощью данного прибора не превышает $\pm 0,5\%$.

Для измерения давлений тензорезисторы наклеивают на мембраны, сильфоны, трубчатые пружины и др. В случае круглых мембран целесообразно использовать фольговые тензорезисторы. Корпус преобразователя выполняют в виде стакана с двойными стенками, в котором тензорезисторы наклеивают на внешний и внутренний цилиндры, вследствие чего они испытывают и растяжение и сжатие.

На рисунке 25 показан малогабаритный индуктивный преобразователь прибора для измерения давления.

Измеряемое давление воздействует через трубку 1 на тонкую гофрированную мембрану 8, изготовленную из молибденового пермаллоя и припаянную к корпусу 2 преобразователя. Магнитный поток, создаваемый каждой из катушек 3, замыкается через сердечник 4, стаканы 6 и мембрану 8. Под действием измеряемого давления мембрана прогибается, вследствие чего магнитное сопротивление одной катушки уменьшается, а другой катушки увеличивается.

При диагностировании двигателей внутреннего сгорания по параметрам пульсирующих потоков топлива, воздуха и отработавших газов может представлять интерес только переменная составляющая давления, которая обычно значительно меньше постоянной составляющей. В рассматриваемом преобразователе возможность измерения только переменной составляющей давления обеспечивается соединением полостей, разделенных мембраной, с помощью тонких трубок 5 малого диаметра и резервуара достаточного объема. Данная система соединения обладает настолько большой инерцией, что пульсации давления через нее не передаются, а постоянная составляющая измеряемого давления уравнивается

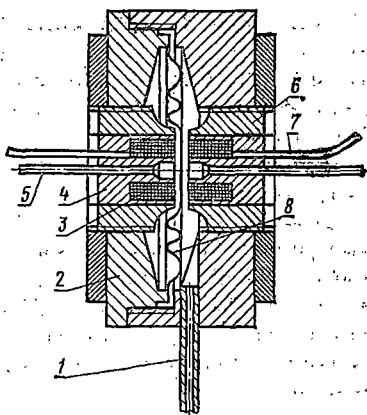


Рис. 25. Малогабаритный индуктивный преобразователь прибора для измерения давлений:

1 — подводящая трубка; 2 — корпус преобразователя; 3 — индуктивная катушка; 4 — сердечник; 5 — тонкая соединительная трубка; 6 — стакан; 7 — кабель; 8 — мембрана.

давлением с противоположной стороны мембраны.

Крутящий момент можно измерять также с помощью тензорезисторов, наклеиваемых на упругий элемент (вал) под углом 45° к оси вращения. Для измерения больших крутящих моментов используют магнитоупругие измерительные преобразователи с магнитным съемом сигнала.

Достоинство тензорезисторных приборов — простота конструкции и высокая надежность, недостаток — низкая точность измерений (погрешность составляет не менее $\pm 5...10\%$).

Приборы для измерения крутящего момента (торсиометры) могут быть выполнены на основе индуктивных, индукционных, емкостных, резисторных, фотоэлектрических и других измерительных преобразователей. Наибольшее распространение получили бесконтактные измерительные преобразователи. Они не имеют токосъемных устройств, которые являются источником погрешности измерения, обусловленной загрязнением или замасливанием трущихся контактных поверхностей.

Из бесконтактных измерительных преобразователей широко используются индуктивные преобразователи, как наиболее надежные в эксплуатации.

Индуктивный преобразователь крутящего момента смонтирован на упругом валу, изготовленном из высоколегированной стали. Соединение вала с диагностируемым объектом осуществляется при помощи шлицевых муфт. К валу в трех сечениях приварены диски из немагнитной стали. К дискам приварен цилиндр ротора, выполненный из мягкой стали. Ротор представляет собой три зубчатых кольца. Между зубьями ротора образованы воздушные зазоры, одни из которых при скручивании вала под действием приложенного момента увеличиваются, а другие уменьшаются на ту же величину. Статор преобразователя также изготовлен из мягкой стали и представляет собой цилиндр, в котором закреплены две охватывающие ротор индуктивные катушки.

Магнитный поток каждой из катушек замыкается через зубцы и воздушные зазоры соответствующей части ротора и через ярмо статора. При скручивании вала с изменением зазоров меняется магнитное сопротивление. Это приводит к изменению полного электрического со-

противления катушек, характеризующего измеряемое значение крутящего момента.

Для измерения усилий, давлений и крутящих моментов применяют и другие типы измерительных преобразователей (см. § 3).

§ 12. Приборы для измерения расхода жидкостей, газов и плотности жидкостей

Классификация приборов. Расход жидкостей и газов можно определить двумя методами: измерением массы или объема вещества, прошедшего через трубопровод за определенный период времени, и непосредственным измерением мгновенного значения расхода. В первом случае результат выражается непосредственно в единицах массы или объема, а во втором — в количестве вещества, проходящего через трубопровод в единицу времени при существующей в данный момент скорости протекания.

Приборы, измеряющие количество (массу или объем) вещества, относятся к суммирующим, а приборы, измеряющие расход вещества в единицу времени, — к показывающим. Если к показывающему прибору добавить счетный механизм, то он будет выполнять и функции суммирующего прибора. Эти приборы называются расходомерами.

Суммирующие расходомеры (счетчики количества вещества) по принципу действия разделяются на *массовые, объемные и скоростные*.

Показывающие расходомеры, работа которых основана на измерении мгновенного расхода по перепаду давления в трубопроводах, разделяют на приборы *переменного перепада* и приборы *постоянного перепада*.

Показывающие расходомеры, при работе которых используется зависимость расхода жидкости или газа от скорости движения тела, установленного в трубопроводе, называются *тахометрическими* и разделяются на *турбинные и камерные*.

Существуют также расходомеры, принцип действия которых основан на явлении магнитной индукции, ультразвука, радиоактивных излучений и др.

При диагностировании сельскохозяйственной техники расходомеры используют для определения массового

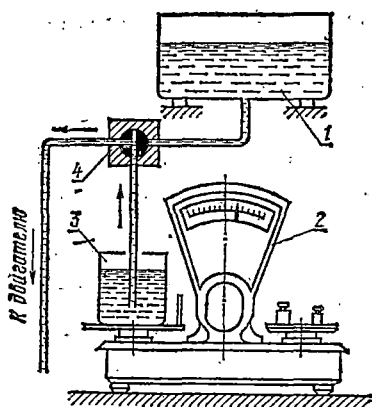


Рис. 26. Схема измерения расхода топлива с помощью массового расходомера с ручным управлением:

1 — топливный бак; 2 — циферблатные весы; 3 — емкость для топлива; 4 — трехходовой кран.

3 для топлива, установленной на одной из чашек весов, уравнивающих грузов, трехходового крана 4, сообщающего топливный бак 1 с емкостью 3 и испытуемым двигателем.

Чтобы заполнить емкость при работающем двигателе, трехходовой кран 4 устанавливают в позицию, при которой топливо из бака поступает к двигателю и в емкость 3. Для измерения расхода топлива переводят кран в позицию, показанную на рисунке 26. При этом топливо к двигателю поступает из емкости 3. Когда стрелка весов окажется против заранее выбранной риски на шкале, включают секундомер и кладут на чашку с емкостью 3 уравнивающую гирию такой массы, чтобы время расхода соответствующей массы топлива составило не менее 1 мин. В момент вторичного прохождения стрелкой той же риски шкалы выключают секундомер и фиксируют время расхода заданной массы топлива.

Аналогичный результат получается и в том случае, если уравнивающую гирию до измерения положить на другую чашку весов, а затем после включения секундомера снять ее.

и объемного расхода топлива и количества газов, прорывающихся в картеры дизелей. К ним относятся главным образом суммирующие расходомеры, приборы мгновенного расхода по перепаду давления и тахометрические расходомеры.

Массовые суммирующие расходомеры. Простейший массовый расходомер, применяемый при испытании дизелей на ремонтных предприятиях и стационарных постах диагностики и технического обслуживания тракторов, состоит из циферблатных весов 2 (рис. 26), прозрачной емкости

Массовый расход топлива G_T (г/с) подсчитывают по формуле:

$$G_T = \frac{g_0}{T}, \quad (31)$$

где g_0 — расход топлива за опыт, г; T — время опыта, с.

Погрешность измерения таким расходомером не превышает $\pm 2,5\%$.

В целях повышения точности и снижения трудоемкости определения расхода топлива ведутся работы по автоматизации процессов подачи и переключения потоков топлива, отсчета времени измерения, снятия и установки гири, а также расчетных операций для получения величины расхода в единицу времени.

Однако автоматизированные расходомеры значительно дороже описанного и менее надежны. Поэтому в настоящее время они применяются в основном в научно-исследовательских институтах и на машиноиспытательных станциях.

Объемные суммирующие расходомеры. Простейшими устройствами данного типа являются мерники (для малых объемов жидкости) и мерные баки (для больших объемов жидкости).

Мерники — прозрачные мерные мензурки или колбы. Они применяются при испытании и диагностировании тракторных и комбайновых дизелей. На мензурках нанесены деления в миллилитрах, а на колбах имеются риски, ограничивающие определенный объем (100, 150, 200, 300, 400 мл). Колбы сообщаются между собой узкими трубчатыми перемычками с нанесенными на них отсчетными рисками.

Объемный расход топлива мерником измеряют так же, как и массовый расход с помощью весов. В данном случае секундомер включают при совпадении уровня топлива с верхней риской колбы или с нулевой отметкой мензурки, а выключают при совпадении уровня с нижней риской колбы или с отметкой на мензурке, обозначающей заданный объем топлива.

Объемный расход топлива Q_T (мл/с) подсчитывают по формуле:

$$Q_T = \frac{V}{T}, \quad (32)$$

где V — расход топлива за опыт, мл; T — время опыта, с.

Погрешность объемного расходомера с ручным управлением равна $\pm 2,5\%$.

За последнее время все большее применение находят автоматизированные объемные расходомеры с мерными емкостями. Обычно такой прибор состоит из двух-трех откалиброванных мерных емкостей (колб) заданного объема. С верхней и нижней стороны каждой емкости в ее узкой части установлены фотоэлектрические преобразователи, содержащие лампы накаливания, от которой сфокусированный световой поток при помощи оптического устройства подается под некоторым углом на поверхность топлива. Отражаясь от этой поверхности, световой поток проходит через фокусирующее оптическое устройство и попадает на поверхность фотоэлектрического преобразователя. Возникающий при этом импульс электрического тока после усиления используется для включения и выключения измерителя времени расхода.

Для переключения подачи топлива к двигателю из бака или мерной емкости служит электромагнитный клапан, установленный в нижней части расходомера.

Расходомер работает следующим образом. При открытом электромагнитном клапане топливо из бака поступает к двигателю и одновременно заполняет мерные емкости. Во время измерения расхода клапан закрывается, прекратив подачу топлива из бака и включив подачу из мерных емкостей. Уровень топлива в мерных емкостях начинает снижаться. В момент достижения уровнем первого фотоэлектрического преобразователя возникает первый импульс тока, включающий измеритель времени, а при достижении уровнем второго преобразователя появляется второй импульс, выключающий измеритель времени. Время расхода заданного объема топлива отсчитывают по цифровому или стрелочному индикатору, после чего по формуле (32) определяют объемный расход в единицу времени.

Такой расходомер сравнительно прост по конструкции и обладает высокой точностью.

Принцип действия мерных баков основан на заполнении жидкостью некоторого объема и приводе в движение деталей измерительного устройства, связанных со счетчиком. Счетчик указывает число заполнений известного объема, а следовательно, и общее количество пропущенной через прибор жидкости.

В различных отраслях народного хозяйства для измерения больших расходов применяются объемные счетчики жидкости с шестеренчатым механизмом, крыльчатой и спиральной вертушкой.

В счетчиках с *шестеренчатым механизмом* шестерни, размещенные в камере прибора, вращаются под действием разности давлений жидкости на входе и выходе камеры. Каждая из шестерен проталкивает половину объема жидкости, поступающей в камеру, а обе шестерни за один оборот пропускают объем, равный объему камеры. Вращающий момент создается благодаря эллиптической форме шестерен. Одна из шестерен соединена с приводом счетного механизма прибора.

Работа объемных счетчиков скоростного типа основана на воздействии струи жидкости, протекающей по трубопроводу, на крыльчатую (с вертикальной осью) или спиральную (с горизонтальной осью) вертушку.

Крыльчатая вертушка работает по тому же принципу, что и колесо простейшей водяной мельницы. Струя жидкости в камере прибора направлена по касательной к лопастям вертушки, ось которой через сальниковое уплотнение выведена наружу и соединена со счетным механизмом.

При больших расходах жидкостей применяют счетчики с горизонтальной *спиральной вертушкой*, которая снабжена лопастями, направленными вдоль струи жидкости и изогнутыми по винтовой линии. Форму изгиба лопастей выбирают в зависимости от пропускной способности прибора.

При испытании двигателей внутреннего сгорания для измерения количества поступающего в цилиндры воздуха применяют ротационные газовые счетчики РС, аналогичные по принципу действия шестеренчатым счетчикам. Внутри камеры данного счетчика помещены две лопасти с профилем в виде восьмерок. Вращение лопастей происходит под действием напора проходящего газа и передается счетному механизму через кулачковую муфту и сальниковое уплотнение.

Расходомеры переменного перепада давления. Работа этих приборов основана на зависимости от расхода жидкости (газа) перепада давления, создаваемого неподвижным устройством, устанавливаемым в трубопроводе или его составной части.

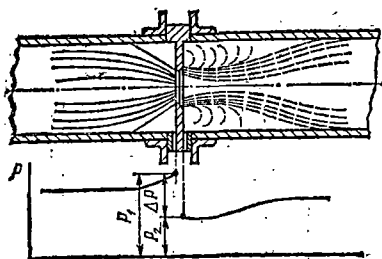


Рис. 27. Схема распределения давлений в зоне установки диафрагмы (p_1 и p_2 давления соответственно перед диафрагмой и после нее, $\Delta p = p_1 - p_2$ — перепад давления на диафрагме).

Наибольшее распространение получили расходомеры с сужающим устройством. Перепад давления образуется в сужающем (дрессельном) устройстве при частичном переходе потенциальной энергии в кинетическую. Расходомер включает в себя две составные части: сужающее устройство (диафрагму, сопло или трубку Вентури) и прибор для измерения перепада давления $\Delta p = p_1 - p_2$ (рис. 27) в сужаю-

щем устройстве (дифференциальный манометр).

В качестве сужающих устройств наибольшее распространение получили диафрагмы, которые имеют сравнительно простую конструкцию и занимают мало места в трубопроводах. Зависимость между объемным расходом $Q_{т(г)}$ жидкости или газа и перепадом давления в сужающем устройстве выражается следующей формулой:

$$Q_{т(г)} = \alpha F_0 \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_1 - p_2)}, \quad (33)$$

где α — коэффициент, зависящий от геометрической формы сужающего устройства и числа Рейнольдса; F_0 — площадь сужающего устройства; ρ — плотность жидкости или газа.

Для измерения перепада давления, создаваемого дрессельными устройствами, применяют трубные, мембранные, кольцевые и колокольные дифференциальные манометры.

Простейший *трубный* дифференциальный манометр по принципу действия аналогичен U-образному жидкостному стеклянному манометру. С его помощью перепад давления определяют по высоте уравнивающего столба жидкости.

При диагностировании тракторных дизелей на станциях технического обслуживания тракторов (СТОТ) применяют расходомер КИ-8940 ГОСНИТИ переменного перепада с трубным дифференциальным манометром.

Расходомер КИ-8940 включает поплавковую камеру 4 (рис. 28) с поплавком 3 и игольчатым клапаном 2, а также измерительную часть, состоящую из двух измерительных трубок 7, 9 и соответствующих шкал 8, 10.

Поплавковая камера и измерительные трубки сообщаются соединительными трубками 5, 6, в которые встроены калиброванные диафрагмы 11 и 14. Диафрагма 11 рассчитана на малые расходы (левая шкала), а диафрагма 14 — на большие (правая шкала). Для включения расходомера на тот или иной диапазон расхода имеется трехходовой кран 12. Чтобы исключить пульсацию топлива в измерительных трубках, расходомер снабжен демпфером 13.

Расходомер действует следующим образом.

Когда двигатель не работает и закрыт кран 12, уровни топлива в поплавковой камере и измерительных трубках равны; они находятся на нулевых отметках. Во время работы двигателя соединительный рукав 15 подключают к трубке 7 или к трубке 9, в зависимости от величины расхода топлива. При этом вытеканию топлива из поплавковой камеры препятствует соответственно диафрагма 11 или 14. Высота столба жидкости в соединительной трубке остается постоянной, поэтому давление за диафрагмой уменьшается, а следовательно, снижается и уровень топлива в измерительной трубке. Чем больше расход топлива, тем значительно снижается уровень в измерительной трубке.

Разница уровней топлива в поплавковой камере и измерительной трубке однозначно зависит от количества расходуемого топлива.

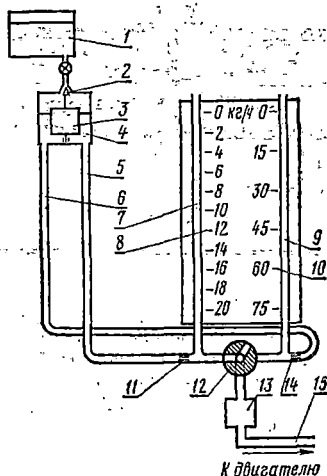


Рис. 28. Принципиальная схема расходомера КИ-8940 ГОСНИТИ:

1 — топливный бак; 2 — запорный клапан; 3 — поплавок; 4 — поплавковая камера; 5, 6 — соединительные трубки; 7, 9 — измерительные трубки; 8, 10 — шкалы; 11, 14 — диафрагмы; 12 — кран; 13 — демпфер; 15 — соединительный рукав.

Таким образом, при установившемся нагрузочном режиме работы дизеля расходомер описанной конструкции показывает расход топлива в единицу времени.

Средняя квадратическая погрешность измерений расходомером КИ-8940 равна $\pm 3\%$.

В мембранных дифференциальных манометрах в качестве чувствительных элементов используют упругие мембраны. Мембрана, изменяя свою форму под воздействием перепада давления, перемещает сердечник индукционной катушки. Перемещение сердечника пропорционально измеряемому перепаду давления. Индукционная катушка состоит из нескольких обмоток. Вместе с сердечником она представляет собой устройство, называемое дифференциально-трансформаторным измерительным преобразователем. Его подключают ко вторичному прибору, показывающему расход жидкости или газа.

Кольцевой дифференциальный манометр представляет собой кольцевую трубку, наполовину заполненную рабочей жидкостью. К верхней части кольца посредством соединительных трубок подводится измеряемое давление. Между соединительными трубками кольцо разделено перегородкой. По принципу работы кольцо с жидкостью аналогично U-образному манометру.

В результате разности давлений, воздействующих на перегородку, нарушается равновесие кольца, и оно поворачивается вокруг своей оси. Противобалancingующий момент создается уравнивающим грузом, установленным в нижней части кольца. С кольцом через систему рычагов соединена стрелка прибора, отклонение которой пропорционально углу поворота кольца (перепаду давления).

Кольцевые дифференциальные манометры могут быть показывающими или регистрирующими. Погрешность измерений этими приборами не превышает $\pm 1,5\%$.

Колокольный дифференциальный манометр (рис. 29, а) имеет колокол 4, опущенный открытой частью в жидкость. В подколокольное и надколокольное пространства с помощью трубок 6 подводят давления, разность которых измеряется. Колокол предварительно уравнивается грузом или пружиной 3. Перемещаясь под влиянием разности давлений ($p_1 - p_2$) вверх или вниз, колокол посредством рычажной или электрической передачи воздействует на стрелку 2 прибора.

На рисунке 29, б показан колокольный дифферен-

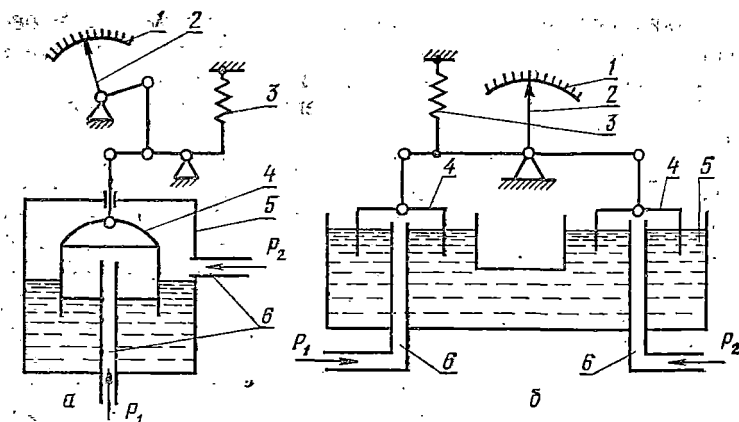


Рис. 29. Схема колокольного дифманометра с одним (а) и с двумя (б) колоколами:

1 — шкала; 2 — стрелка; 3 — уравнивающая пружина; 4 — колокол; 5 — сосуд; 6 — трубка.

циальный манометр, снабженный двумя колоколами, которые соединены коромыслом, как у рычажных весов. Под каждый колокол, опущенный в жидкость, подводится давление от плюсовой (входной) и минусовой (выходной) линии. Коромысло уравновешено пружиной 3, создающей противодействующую силу в измерительном механизме. Стрелка 2 перемещается под влиянием разности давлений ($p_1 - p_2$), действующих на колокола 4. Погрешность измерений колокольным дифференциальным манометром не превышает $\pm 2\%$.

Существенным недостатком дифференциальных манометров, используемых в качестве измерителей расхода по перепаду давления в сужающем устройстве, является неравномерность шкалы, обусловленная квадратической зависимостью между перепадом давления и расходом.

Существует несколько способов выравнивания шкалы. Наиболее распространено выравнивание шкалы при помощи лекальной передачи. Лекало вводится в механизм передачи движения от чувствительного элемента к стрелке прибора. В дифференциальных манометрах с дистанционной передачей показаний лекало вводится в механизм вторичного прибора. В частности, оно используется во вторичном электронном приборе ЭПВД, снабженном дифференциально-трансформаторным измерительным

преобразователем. Дифференциальный манометр в этом случае служит только для перемещения стального сердечника внутри катушки.

Лекало, ось которого связана со стрелкой прибора, выполнено таким образом, что при равномерном изменении угла его поворота сердечник измерительного преобразователя передвигается неравномерно. Неравномерность имеет точно такой же квадратический характер, как и зависимость перепада давления в дифференциальном манометре от значения измеряемого расхода.

Вследствие этого угол поворота стрелки прибора получается пропорциональным значению измеряемого расхода.

Расходомеры с дифференциальными манометрами различных типов выполняют показывающими и регистрирующими, с непосредственным отсчетом и с дистанционной передачей показаний, с сигнализацией предельных значений и с суммирующими устройствами.

Расходомеры постоянного перепада давления. Действие этих приборов основано на зависимости от расхода вещества вертикального перемещения тела, изменяющего при этом площадь проходного отверстия прибора таким образом, что перепад давления по обе стороны поплавка остается постоянным.

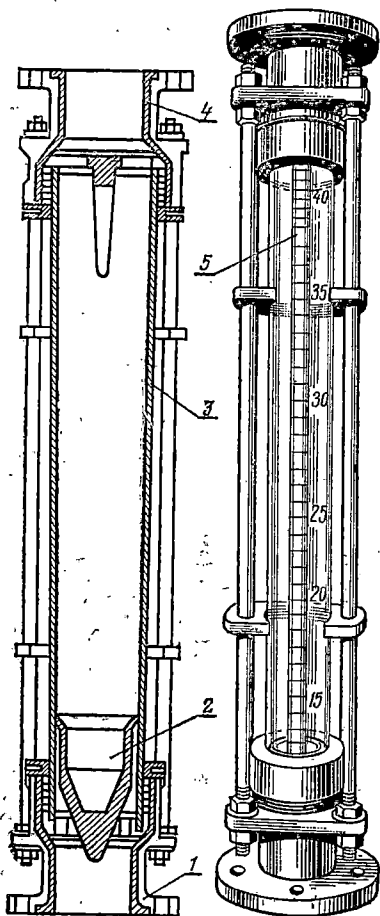


Рис. 30. Ротаметр с непосредственным отсчетом показаний:

1 — входной штуцер; 2 — поплавок; 3 — коническая стеклянная трубка; 4 — выходной штуцер; 5 — шкала.

К расходомерам постоянного перепада относятся ротаметры и поршневые расходомеры.

Ротаметр — расходомер постоянного перепада с поплавком, перемещающимся вдоль длинной конической трубки. При движении через трубку 3 (рис. 30) жидкости или газа поплавок 2 силой струи поднимается вверх. При этом зазор между трубкой и поплавком увеличивается, вследствие чего перепад давления уменьшается. Поплавок останавливается на том уровне, при котором его масса будет уравновешена перепадом давления. Чем больше расход, тем выше поднимается поплавок.

Простейшие (механические) ротаметры снабжены шкалой 5, нанесенной непосредственно на стенке стеклянной трубки 3.

Наша промышленность также выпускает электрические ротаметры типа РЭ, снабженные индукционным преобразователем расхода и вторичным измерительным прибором. Преобразователь расхода состоит из сердечника, соединенного с поплавком, и индукционной катушки.

Погрешность измерений, проводимых при помощи ротаметров, равна $\pm 2,5\%$.

Поршневой расходомер имеет поршень, вертикально перемещающийся в цилиндрической втулке с окнами особой формы. Поршень при своем движении под действием перепада давлений на входе и выходе регулирует размер проходного сечения окон на выходе из прибора (входное отверстие расположено ниже и остается неизменным). С увеличением расхода перепад давления на выходе возрастает. Под влиянием избыточной силы, возникшей вследствие увеличения перепада, поршень перемещается вверх, увеличивая площадь окон на входе до тех пор, пока не наступает равновесие между перепадом давления и массой поршня. Поршень перемещает сердечник индукционного преобразователя, подключенного к электрической цепи вторичного измерительного прибора.

Таким образом, и в ротаметре, и в поршневом расходомере перепад давления при измерении расхода остается постоянным, так как масса поплавка и поршня не меняется.

В отличие от ротаметров поршневые расходомеры проще по конструкции и позволяют проводить измерения с большей точностью. Их недостаток — заклинивание

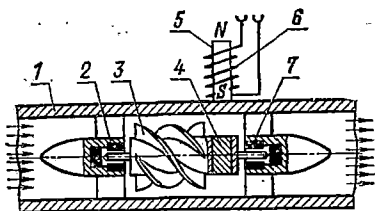


Рис. 31. Схема турбинного расходомера с индукционным преобразователем:

1 — корпус; 2, 7 — подшипники; 3 — крыльчатка; 4 — магнит; 5 — сердечник индукционной катушки; 6 — обмотка.

са 1 на опорно-упорных подшипниках 2 и 7. Крыльчатка вращается под действием потока жидкости или газа.

Расход топлива или газа $Q_{т(г)}$ определяют по формуле:

$$Q_{т(г)} = Kn, \quad (34)$$

где n — частота вращения крыльчатки; K — размерный коэффициент пропорциональности.

В качестве измерителей частоты вращения крыльчатки применяют индуктивные, индукционные, фотоэлектрические и другие преобразователи.

В индукционном преобразователе сигнал, пропорциональный расходу измеряемой среды, получают от магнита 4, вращающегося вместе с крыльчаткой и изменяющего напряжение в обмотке 6 катушки, расположенной над трубопроводом. Изменение напряжения на концах обмотки пропорционально частоте вращения крыльчатки (магнита), т. е. расходу вещества.

В индуктивном преобразователе при вращении крыльчатки, выполненной из ферромагнитного материала, периодически меняется индуктивность катушки, питаемой от постороннего источника переменного тока высокой частоты. Вследствие этого изменяются параметры электрического тока катушки.

Фотоэлектрический преобразователь фиксирует импульсы, количество которых пропорционально частоте вращения крыльчатки.

Преимущества турбинного расходомера — широкий диапазон измерения и сравнительно низкое значение по-

поршня во втулке при загрязнении трущихся поверхностей.

К общему недостатку расходомеров постоянно перепада давления относится зависимость показаний от физических свойств измеряемой среды, особенно от вязкости.

Тахометрический турбинный расходомер. Этот прибор имеет крыльчатку 3 (рис. 31), установленную внутри корпу-

стоянной времени преобразования частоты вращения крыльчатки в величину расхода.

Существенный недостаток турбинных расходомеров — большая погрешность при измерении малых расходов, особенно при работе дизеля вхолостую. Это объясняется непостоянством момента инерции вращающихся деталей и момента сопротивления, обусловленного силами трения в опорах вследствие отложения смолистых веществ.

В ГОСНИТИ под руководством И. Г. Дынги разработан расходомер, не имеющий отмеченных недостатков. Этот прибор снабжен внешним приводом крыльчатки (электромотором) и мембранным дифференциальным манометром, предназначенным для поддержания постоянного перепада давления на входе и выходе. Прибор градуирован при заданном перепаде давления, которое при измерении поддерживается на определенном уровне.

Когда перепад давления увеличивается, заслонка, прикрепленная к мембране, открывает фотодиод дифференциального манометра, вследствие чего повышается напряжение на электромоторе, а следовательно, увеличивается частота вращения электродвигателя (крыльчатки). При этом перепад давления уменьшается. Как только перепад достигает градуировочного значения, заслонка дифференциального манометра закрывает фотодиод и напряжение на электродвигателе падает, благодаря чему частота вращения электродвигателя снижается, а перепад давления увеличивается. В этот момент заслонка дифференциального манометра вновь открывает фотодиод и т. д.

Таким образом, происходит автоматическое регулирование частоты вращения крыльчатки прибора при заданном перепаде давления жидкости или газа.

Частота вращения крыльчатки, пропорциональная расходу, фиксируется с помощью второго фотоэлектрического преобразователя, получающего импульсы от оптического модулятора, закрепленного на валу электродвигателя. Показания регистрируются вторичным прибором (цифровым или стрелочным).

Тахометрический камерный расходомер. Этот прибор снабжен одним или несколькими подвижными составными частями, отмеряющими при своем движении опреде-

ленные объемы жидкости или газа. В качестве подвижных частей служат поршни или овальные шестерни.

Двухпоршневой камерный расходомер состоит из цилиндра и двух поршней, соединенных между собой тягой, которая имеет отверстие для прерывистого периодического освещения фотоэлементов, а также четырех электромагнитных клапанов, управляющих потоком жидкости, проходящей через цилиндр. При перемещении поршней из одного крайнего положения в другое фотоэлементы под действием светового потока, идущего через отверстия тяги от лампы накаливания, вырабатывают импульсы тока, которые поступают в усилительно-управляющий блок. Этот блок передает импульсы в измерительное устройство и, кроме того, с их помощью управляет открытием и закрытием электромагнитных клапанов. Импульсы тока, пропорциональные расходу, измеряют при помощи стрелочного или цифрового прибора.

Камерные расходомеры обладают высокой точностью: погрешность измерений этими приборами не превышает $\pm 0,5\%$ при условии высокой точности изготовления деталей и селективной сборки. Однако высокие требования к точности и технологичности изготовления камерных расходомеров затрудняют их промышленное производство. Кроме того, наличие в топливе даже незначительных по размерам абразивов приводит к заклиниванию поршней.

Ультразвуковой расходомер. Действие этого прибора основано на зависимости звукового колебания жидкости, движущейся по трубопроводу, от расхода. Источником и приемником ультразвуковых колебаний служат пьезоэлементы, способные возбуждать механические колебания при подключении к электрическому генератору, а также преобразовывать механические колебания в электрические.

Источник и приемник колебаний устанавливают на определенном расстоянии друг от друга вдоль трубопровода. Ультразвуковые колебания, возбужденные источником, распространяются в жидкости, протекающей по трубопроводу, и воспринимаются приемником. Время прохождения звуковой волны от источника до приемника зависит от скорости протекания жидкости. Ультразвуковой расходомер измеряет разницу времени прохождения волны против течения и по течению. При этом роль источни-

ка и приемника колебаний попеременно. выполняют оба пьезоэлемента, а интервал времени прохождения волны против течения и по течению фиксирует электронное устройство. По шкале показывающего прибора отсчитывают значение расхода.

Индукционный расходомер. Действие прибора основано на зависимости от расхода индуктируемой электродвижущей силы, возникающей при движении жидкости в магнитном поле перпендикулярно магнитным силовым линиям.

Измерительный преобразователь индукционного расходомера представляет собой отрезок трубы, изготовленной из немагнитного изоляционного материала. На диаметрально противоположных сторонах трубы установлены металлические электроды, через которые индуктируемая э. д. с. подводится к измерительному прибору. Внешнее магнитное поле создается постоянным магнитом или электромагнитом. Чем больше скорость потока (расхода) жидкости, тем больше индуктируемая э. д. с.

Индукционный метод может применяться только для измерения расхода жидкостей, обладающих некоторой электрической проводимостью.

Денсиметр. При помощи этого прибора измеряют плотность жидкостей. Денсиметр состоит из ареометра 3 (рис. 32), помещенного в стеклянную колбу, резиновой груши 1, пробки 2 с отверстиями и резиновой пробки 6 с эбонитовым наконечником 6.

Чтобы измерить плотность, наконечник прибора погружают в жидкость и, сжав грушу, набирают жидкость в колбу денсиметра. После того как ареометр всплывает и уровень жидкости в колбе перестанет подниматься, отсчитывают величину плотности по шкале ареометра против нижнего мениска жидкости.

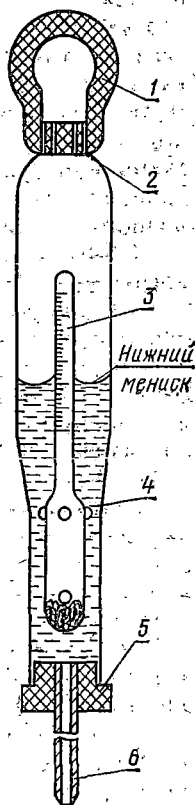


Рис. 32. Денсиметр:

1 — резиновая груша; 2, 5 — пробки; 3 — ареометр; 4 — стеклянная колба; 6 — наконечник.

При диагностировании двигателей внутреннего сгорания, кроме массового или объемного расхода топлива, определяют удельный расход, приходящийся на единицу мощности, который характеризует топливную экономичность двигателя, зависящую главным образом от состояния топливной аппаратуры. Если расход топлива находят объемным способом, то для определения удельного расхода необходимо знать плотность топлива (массу, отнесенную к единице объема). Приборы для измерения плотности топлива называются нефтенсимиетрами.

При диагностировании электрооборудования тракторов и других самоходных машин плотность электролита аккумуляторных батарей измеряют аккумуляторным денсиметром. По плотности электролита судят о степени разряженности батарей. Принцип действия денсиметров одинаков.

§ 13. Электрические приборы для измерения угловых и линейных величин

Приборы для измерения угловых перемещений в подавляющем большинстве изготавливают на основе резисторных преобразователей (см. § 3). Их достоинства—сравнительно высокая точность, простота конструкции и большая выходная мощность сигнала, исключая необходимость применения усилителей. В качестве резисторных преобразователей используются прецизионные проволочные *реостатные* преобразователи.

Кроме реостатных, находят применение *трансформаторные* (ферродинамические) измерительные преобразователи. В таких преобразователях переменный магнитный поток, создаваемый катушкой возбуждения 8 (рис. 33), проходит через магнитопровод 4, полюсный наконечник 5, сердечник 3 и плунжер 7. При этом в рамке 2, помещенной в воздушном зазоре 1 магнитопровода, наводится э. д. с., значение которой пропорционально углу поворота рамки относительно нейтральной линии *NN*. Чувствительность преобразователя регулируют изменением величины воздушного зазора 6 между наконечником 5 и плунжером 7.

В практике технических измерений угловых перемещений находят применение и многие другие методы.

Приборы для измерения размеров деталей в большинстве случаев выполнены таким образом;

что показывают не абсолютные значения, размеров, а их отклонения от номинальных значений. Эти отклонения (например, износ гильз цилиндров), как правило, не превышают долей миллиметра. К таким приборам относятся электрические микрометры, выполняемые на основе электроконтактных, индуктивных, емкостных и трансформаторных преобразователей (см § 3).

Шероховатость (чистоту поверхности) измеряют контактным методом при помощи щуповых (профилометров и профилографов) и бесконтактных (микроинтерферометров, двойных микроскопов и др.) приборов.

Профилометры основаны на ощупывании контролируемой поверхности алмазной иглой и измерении осевых перемещений штока профилометра. В индуктивном приборе для измерения шероховатости на верхнем конце штока закреплен стержень с алмазной иглой, который при движении наконечника штока по измеряемой поверхности изменяет индуктивность катушки. Выходные сигналы, пропорциональные перемещениям штока, поступают на самописец. Поэтому такой прибор называют профилограф-профилометр. Ряд широко применяемых профилографов-профилометров был разработан Бюро взаимозаменяемости (БВ) совместно с московским заводом «Калибр».

Приборы для измерения уровней жидкости в емкостях (уровнемеры) снабжены различного рода преобразователями уровней в электрические сигналы, поступающие в измерительный прибор. Наиболее простой метод основан на применении масштабных преобразователей, выполненных в виде рычажных или ременных передач, соединяющих поплавков с измеритель-

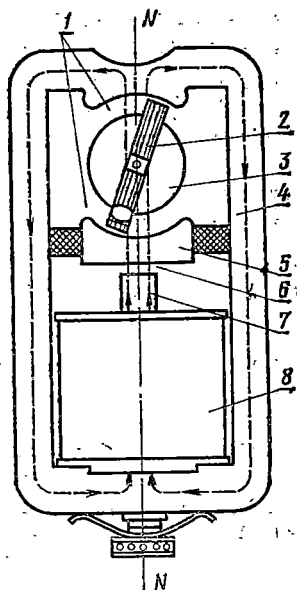


Рис. 33. Схема трансформаторного преобразователя угловых перемещений:

1, 6—воздушные зазоры; 2—рамка; 3—сердечник; 4—магнитопровод; 5—полусферический наконечник; 7—плунжер; 8—катушка возбуждения.

ным прибором. Широко используются при измерении уровней емкостные преобразователи (конденсаторы), помещаемые в измеряемую и воздушную среду. В данном случае емкость конденсаторов изменяется пропорционально уровню жидкости.

Приборы для измерения расстояния пройденного движущимся объектом (трактором, комбайном, автомобилем и др.), находят широкое применение. Простейшим и наиболее распространенным методом является определение пути подсчетом числа оборотов или частоты вращения колеса, сцепляющегося с полотном дороги. В первом случае пройденный путь определяется как результат умножения числа оборотов на длину окружности колеса. Во втором случае подсчитывается частота электрических импульсов, которая пропорциональна частоте вращения колеса за время пути. Подсчет осуществляется электронными счетчиками с непрерывной выдачей результатов на цифровой измерительный прибор.

§ 14. Приборы для измерения скорости поступательного движения, ускорения и параметров вибрации

Скорость поступательного движения самоходной машины (трактора, комбайна и др.) находят делением пройденного пути на время его прохождения. Простейшие способы определения пути (расстояния) описаны в предыдущем параграфе. Для измерения скорости поступательного движения широко применяют индукционные преобразователи. Мгновенную скорость движения определяют по частоте электрических импульсов, пропорциональной частоте вращения колеса измерительного устройства.

Ускорение поступательного движения обычно измеряют с помощью акселерометров, снабженных преобразователями маятникового или пружинного типов. В маятниковых акселерометрах сила, вызванная воздействием измеряемого ускорения на инерционную массу преобразователя, уравнивается силой тяжести, а в пружинных акселерометрах — силой деформируемой пружины. В качестве измерительных преобразователей маятниковых и пружинных акселерометров используют индуктивные, индукционные, реостатные, емкостные, фотоэлектрические и другие типы преобразователей в зависимости от конструктивных особенностей прибора.

В ряде случаев важно знать, не выходит ли измеренное ускорение за допускаемые пределы. Для этих целей используют акселерометры с контактными преобразователями, получившие название сигнализаторов перегрузок.

В области технической диагностики акселерометры находят применение при диагностировании тормозов колесных самоходных машин (тракторов, автомобилей, самоходных шасси и др.).

К параметрам вибрации относятся главным образом виброускорение и параметры колебательного движения.

В настоящее время в ГОСНИТИ, ЛСХИ и других организациях ведутся исследования по обоснованию диагностических параметров вибрации и шума. На их основе созданы опытные образцы технических средств, измеряющих виброускорения и параметры колебательного движения.

Виброускорения измеряют по аналогии с ускорениями поступательного движения. В качестве преобразователей виброускорений применяют виброакселерометры. Наибольшее распространение получили виброакселерометры с пьезоэлектрическими измерительными преобразователями, отличающимися простотой и надежностью конструкции, высокой чувствительностью, а также малыми габаритами и массой.

Параметры колебательного движения (виброперемещения) измеряют при наличии процессов, носящих различный характер: периодический (вибрация составных частей кривошипно-шатунного механизма и др.), случайный (вибрация при работе дизеля с пропусками вспышек и др.) или импульсный (удары трущихся сопряжений).

Виброперемещения измеряют виброметрами с измерительными преобразователями различных типов: индукционными, индуктивными, тензорезисторными (в частности, реостатными), фотоэлектрическими и др.

§ 15. Тахометры

Тахометрами называют приборы для измерения частоты вращения. Они могут быть центробежными, часовыми, магнитоиндукционными, с электрическим генератором (тахогенератором), стробоскопическими, электронными и др.

Работа центробежного тахометра основана на центробежном эффекте: при вращении тела на любую частицу действует центробежная сила, пропорциональная массе частицы, расстоянию от оси вращения и квадрату угловой скорости.

Существуют различные кинематические схемы центробежных тахометров, но наибольшее распространение получили механизмы с кольцевым грузом. При вращении вала тахометра, приставляемого к вращающейся детали, кольцо под действием центробежной силы стремится повернуться. Соединенная с ним спиральная пружина создает противодействующий момент. Поворот кольца посредством тяги и зубчатой передачи передается стрелке прибора.

Центробежные тахометры на несколько пределов измерений снабжены шестеренчатыми редукторами с различными передаточными отношениями.

В последнее время вместо центробежных широко применяются часовые тахометры, имеющие более высокую точность. Для технического диагностирования используют часовой тахометр ТЧ10-Р.

Часовой механизм тахометра включают после присоединения наконечника к центру вала, частоту вращения которого нужно измерить. До включения часового механизма наконечник с приводным валом вращается вхолостую, при этом стрелки стоят на месте. После включения часового механизма одновременно с началом его действия автоматически включается передаточный механизм, и стрелки прибора начинают отсчитывать суммарное число оборотов до тех пор, пока часовой механизм не перестанет работать. В этот момент передаточный механизм автоматически отключается и стрелки останавливаются. Измерение происходит в течение 6 с. За это время тахометр покажет среднее число оборотов вала в минуту.

Прибором управляют при помощи двух кнопок, расположенных на корпусе. Одна из них (большая) служит для включения часового механизма, а другая (малая) — для возврата стрелок в нулевое положение.

Циферблат имеет шкалы с черными и красными цифрами. Большая наружная шкала с черными цифрами показывает частоту вращения от 0 до $16,7 \text{ с}^{-1}$; большая внутренняя шкала — линейную (окружную) скорость от 0 до 100 м/мин. Малая шкала (с малой стрелкой) слу-

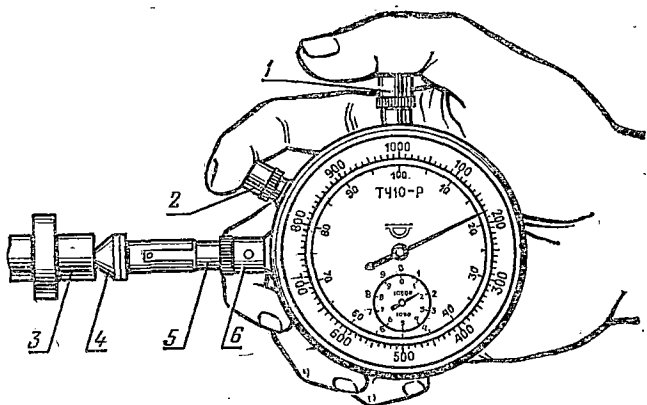


Рис. 34. Измерение частоты вращения вала тахометром ТЧ10-Р:

1 — кнопка включения часового механизма; 2 — кнопка для установки стрелок в нулевое положение; 3 — вращающийся вал; 4 — наконечник; 5 — головка приводного вала; 6 — защитная трубка.

жит для отсчета частоты вращения в тысячах оборотов в минуту (до $166,7 \text{ с}^{-1}$) и линейной скорости в сотнях метров в минуту (до 1000 м/мин). Цена деления шкал: большой наружной — $0,017 \text{ с}^{-1}$, большой внутренней — 1 м/мин ; малой наружной — $0,17 \text{ с}^{-1}$ и малой внутренней — 100 м/мин . Погрешность измерения прибором не превышает $\pm 1,5\%$.

Частоту вращения при помощи часового тахометра ТЧ10-Р измеряют в следующем порядке.

Надевают на головку 5 (рис. 34) приводного вала наконечник 4 и, нажав на кнопку 2, устанавливают обе стрелки в нулевое положение. Подставляют наконечник к центру вращающегося вала 3 так, чтобы ось приводного вала тахометра была направлена по оси вала, частоту вращения которого необходимо измерить. Затем нажимают на кнопку 1 и немедленно отпускают ее. Вслед за этим начнет работать часовой механизм, а стрелки будут отсчитывать обороты. После остановки стрелок (автоматического выключения часового механизма и отключения передаточного механизма) по циферблату отсчитывают число оборотов в минуту. Затем, нажав на кнопку 2, устанавливают обе стрелки в нулевое положение.

При многократных измерениях следует выдерживать интервал между двумя последовательными включениями не менее 15 с , чтобы дать балансирному устройству ча-

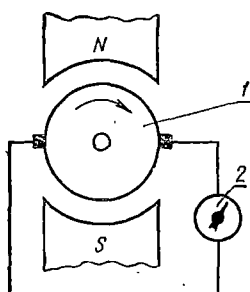


Рис. 35. Принципиальная схема электрического тахометра с генератором постоянного тока:

1 — генератор; 2 — измерительный прибор.

сового механизма прийти в состояние равновесия (во избежание искажения показаний).

Принцип действия измерительного механизма магнитоиндукционного тахометра основан на силовом взаимодействии поля постоянного магнита и токов, возникающих в металлическом теле при его движении в магнитном поле. При вращении магнита, соединенного с осью тахометра, магнитные силовые линии непрерывно пересекают цилиндрический колпачок. Возникающие в колпачке вихревые токи, взаимодействуя с магнитным полем, увлекают колпачок в сторону вращения магнита.

С осью колпачка связана стрелка указателя. Противодействующий момент создается спиральной пружиной, один конец которой прикреплен к оси колпачка, а другой — к неподвижному основанию.

Тахометр с электрическим генератором (тахогенератором) представляет собой сочетание генератора 1 (рис. 35) постоянного или переменного тока (измерительного преобразователя) и вторичного электроизмерительного прибора 2. При движении проводника в магнитном поле возникает электродвижущая сила, величина которой пропорциональна магнитной индукции, длине проводника и частоте его вращения. Магнитное поле в тахогенераторе образуется постоянным магнитом.

Тахометры с электрическими генераторами в отличие от центробежных, часовых и магнитоиндукционных тахометров дают возможность осуществлять дистанционную передачу показаний, так как вторичный прибор может быть удален на значительное расстояние от места измерения. Наибольшее распространение получили дистанционные электрические тахометры типа ТЭ, представляющие собой сочетание синхронной передачи и указателя, аналогичного указателю магнитоиндукционного тахометра. Измерительным преобразователем синхронной передачи служит трехфазный генератор с ротором в виде постоянного магнита. При вращении ротора в обмотках

статора возникает переменный ток, частота которого соответствует частоте вращения ротора.

Действие стробоскопического тахометра основано на стробоскопическом-эффекте, т. е. свойстве человеческого глаза сохранять некоторое время видимое изображение. Этот эффект достигается следующим образом. Деталь, частоту вращения которой необходимо измерить, освещается источником прерывистого света. Если частота импульсов света совпадает с частотой вращения объекта, то объект кажется неподвижным. Частота вспышек источника света задается специальным генератором и может плавно регулироваться, поэтому всегда можно добиться совпадения периода импульсов освещения с периодом вращения объекта. Частоту вращения отсчитывают по шкале генератора импульсов. При частоте импульсов, отличающейся от частоты вращения объекта, кажущееся изображение начинает вращаться. Если эта частота меньше частоты вращения объекта, изображение вращается в том же направлении, а если частота импульсов превышает частоту вращения объекта, кажущееся изображение вращается в противоположном направлении.

Электронный тахометр измеряет частоту вращения по частоте импульсов, получаемых от измерительного преобразователя, связанного с вращающимся объектом. В качестве таких преобразователей применяют индуктивные, фотоэлектрические или электроконтактные механические устройства, которые на каждом обороте объекта измерения дают кратковременный электрический импульс.

Электронный тахометр с *индуктивным* измерительным преобразователем может быть выполнен различными способами. Например, путем установки на вращающийся объект алюминиевого сектора, который в момент прохождения между двумя неподвижными катушками электронного генератора вызывает в нем резкое изменение выходного тока. Благодаря этому возникают импульсы тока, частота которых измеряется электронным частотомером со шкалой, градуированной в единицах частоты вращения.

Электронный тахометр с *фотоэлектрическим* измерительным преобразователем состоит из отражателя света, например, зеркальца, прикрепляемого к вращающемуся объекту, источника освещения, фотоэлемента и электрон-

ного частотомера. При определенных позициях вращающегося вала луч света, отражаясь от отражателя, попадает на фотоэлемент, вследствие чего в нем возникают электрические импульсы. Они поступают в частотомер, по которому отсчитывают измеряемую частоту вращения.

Электронный тахометр с *электроконтактным* преобразователем состоит из механического прерывателя электрического тока и измерительного устройства. Электроконтактные измерительные преобразователи по сравнению с другими типами преобразователей менее надежны в работе, так как подвержены изнашиванию и загрязнению.

§ 16. Газоанализаторы и дымомеры

Газоанализатор — прибор для определения состава газовой смеси.

По принципу действия различают следующие газоанализаторы: *химические*, основанные на поглощении газов реактивами; *термохимические* — на изменении теплового эффекта сгорания газа, *термокондуктометрические* — на сравнении теплопроводности анализируемой газовой смеси и воздуха; *электрохимические* — на изменении электрической проводимости раствора, поглотившего исследуемый газ, и др.

Химические и электрохимические газоанализаторы применяются главным образом в лабораторных условиях.

Для технического диагностирования наиболее удобны портативные термокондуктометрические приборы, выпускаемые нашей промышленностью.

При диагностировании двигателей внутреннего сгорания самоходных машин представляет интерес полнота сгорания топлива, характеризующая общее техническое состояние двигателя. Наличие в отработавших газах окиси углерода CO и водорода H_2 свидетельствует о неполноте сгорания, обусловленной в большинстве случаев неисправностью системы питания, особенно топливной аппаратуры (у дизелей).

С помощью термокондуктометрического прибора теплопроводности анализируемого газа и воздуха сравнивают косвенным способом — по разности сопротивлений двух одинаковых отрезков платиновой проволоки,

помещенных в камеры, в одной из которых находится воздух, а в другой — анализируемая газовая смесь.

Для определения продуктов неполного сгорания топлива в отработавших газах ($\text{CO} + \text{H}_2$) промышленность выпускает переносные индикаторы И-СО конструкции НИИАТ. Общий вид и передняя панель прибора показаны на рисунке 36, а, б.

Действие индикатора основано на сжигании пробы отработавших газов и определении разности сопротивлений отрезков платиновой проволоки, возникшей вследствие повышения температуры анализируемой газовой смеси при сжигании по сравнению с температурой воздуха. Электроизмерительный мост прибора (рис. 36, в) имеет два плеча с постоянными сопротивлениями R_3 и R_4 и две платиновые нити с сопротивлениями R_1 и R_2 . Нить R_1 помещена в измерительную (рабочую) камеру, в которую

вводится проба отработавших газов, отбираемая из выхлопной трубы, а нить R_2 — в сравнительную камеру, наполненную чистым воздухом и герметически закрытую.

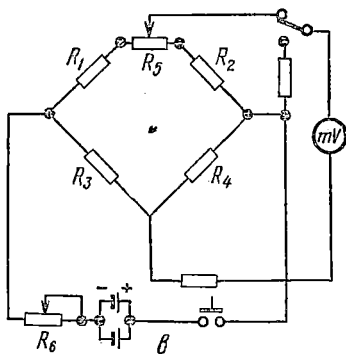
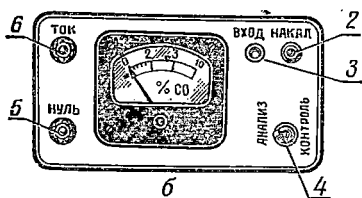
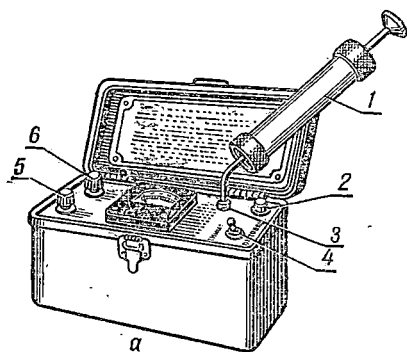


Рис. 36. Общий вид (а), передняя панель (б) прибора и принципиальная электрическая схема (в) индикатора И-СО:

1 — заборник; 2 — кнопка «накал»; 3 — штуцер «вход» для ввода пробы газов в измерительную камеру; 4 — переключатель рода работы; 5 — ручка реостата «нуль» балансировки моста; 6 — ручка реостата «ток» поддержания постоянного напряжения; R_1 , R_2 — сопротивления платиновых нитей; R_3 , R_4 — сопротивления моста; R_5 — реостат балансировки моста; R_6 — реостат установки величины тока в цепи моста (регулировки напряжения).

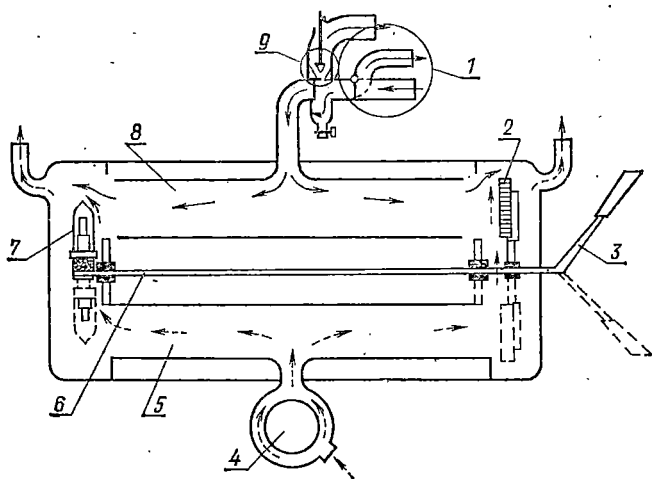


Рис. 37. Принципиальная схема дымомера К-408-НИИАТ (без блока питания и микроамперметра):

1 — распределительное устройство; 2 — фотоэлемент; 3 — ручка переключения позиций электрической лампы и фотоэлемента; 4 — вентилятор; 5 — эталонная труба; 6 — валик; 7 — электрическая лампа; 8 — рабочая труба; 9 — перепускной клапан.

Балансировка моста осуществляется переменным сопротивлением R_5 . Для поддержания постоянного напряжения тока, обеспечивающего нагрев платиновых нитей до вполне определенной температуры, имеется реостат R_6 . При сгорании смеси $CO + H_2$ в измерительной камере изменяется температура, а следовательно, и сопротивление R_1 . В результате происходит разбалансировка моста, величина которой фиксируется стрелочным милливольтметром. Шкалу прибора градуируют в процентах $CO + H_2$. Масса прибора 3,5 кг; питание осуществляется от двух батареек.

Для полного сгорания окиси углерода и водорода в измерительной камере отобранную пробу газов предварительно разбавляют атмосферным воздухом в соотношении 1:1. Пробу отработавших газов отбирают, разбавляют и вводят в измерительную камеру с помощью заборника 1 (рис. 36, а).

Дымомер — прибор для определения дымности отработавших газов, обусловленной наличием в них частиц несгоревшего топлива и картерного масла:

На рисунке 37 показана принципиальная схема ды-

момера К-408 НИИАТ, предназначенного для диагностирования дизелей. Он состоит из двух частей: газовой камеры и электроизмерительного устройства, которые смонтированы в металлическом корпусе, установленном на подставке. В подставке размещен блок питания со стабилизатором напряжения. Газовая камера состоит из пробоотборника, распределительного устройства 1 с перепускным клапаном 9 и термометром, служащим для определения температуры газов, рабочей 8 и эталонной 5 труб и вентилятора 4. Распределительное устройство имеет в приемном патрубке заслонку с ручкой для направления газов в прибор или атмосферу. Перепускной клапан предназначен для выпуска излишнего газа. Пробоотборник с зажимом крепится к выхлопной трубе и через резиновый шланг соединяется с приемным патрубком распределительного устройства.

Электроизмерительное устройство включает в себя фотоэлемент 2, электрическую лампу 7, ручку 3 переключения позиций, микроамперметр и потенциометр, предназначенный для регулировки тока, идущего от фотоэлемента к микроамперметру. Лампа (источник света) и фотоэлемент закреплены на противоположных концах рабочей трубы на кронштейнах валика 6. Их можно установить так, чтобы световой поток проходил через рабочую трубу (на схеме показано сплошными линиями), заполненную пробой отработавших газов, или через эталонную трубу (на схеме показано пунктиром), заполненную чистым воздухом. С помощью вентилятора в эталонную трубу подается чистый воздух, который, выходя из нее, отсекает поток отработавших газов от соприкосновения с фотоэлементом и лампой. Благодаря этому сажа не оседает на фотоэлементе и на лампе.

Отработавшие газы, проходя через рабочую трубу, уменьшают световой поток лампы, пропорционально которому уменьшается фототок, фиксируемый микроамперметром. Шкала прибора проградуирована в процентах дымности (за нуль принят световой поток через чистый воздух). Дымность измеряют при температуре газов 40...70° С.

§ 17. Фотоэлектрическая установка МФС-3

Установка МФС-3 предназначена для определения содержания механических примесей в маслах, поступающих на нефтебазы (входной контроль), и в отработавших

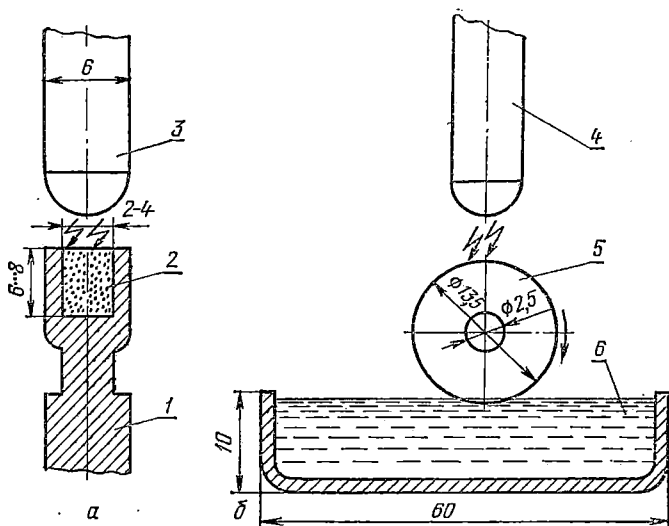


Рис. 38. Схема сжигания масла в дуговом генераторе спектрографической установки при анализе озоленной (а) и жидкой (б) пробы: 1, 5 — нижние электроды; 2 — озоленная проба масла; 3, 4 — верхние электроды; 6 — жидкая проба масла.

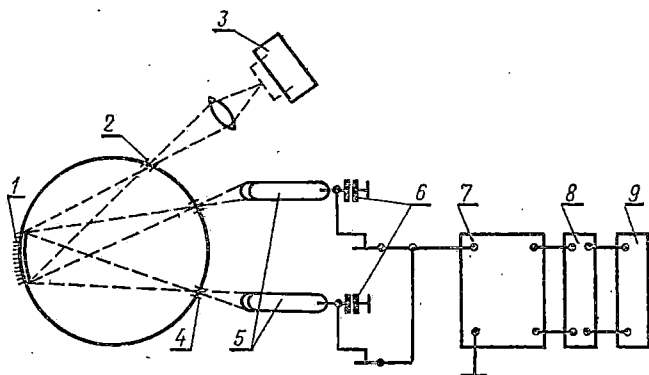


Рис. 39. Функциональная схема спектрографической установки МФС-3:

1 — дифракционная решетка; 2 — входная щель; 3 — генератор; 4 — выходная щель; 5 — фотоэлектронные умножители; 6 — интегрирующие конденсаторы; 7 — ламповый вольтметр; 8 — делитель напряжения; 9 — потенциометр.

маслах (выходной контроль). В первом случае определяют соответствие масла паспортным данным, а во втором — содержанию в масле механических примесей судят об интенсивности изнашивания трущихся сопряжений объекта диагностирования.

Схема сжигания пробы масла в спектрографической установке показана на рисунке 38.

Установка состоит из дугового генератора, штатива с электродами, спектрального прибора и измерительного устройства.

Спектральным прибором служит полихроматор. Его основная составная часть — дифракционная решетка (рис. 39), предназначенная для разложения на отдельные составляющие (спектры) общего светового излучения, которое возникает в другом разряде. Такое разложение происходит благодаря тому, что на внутренней сферической поверхности дифракционной решетки имеется огромное количество мелких зеркальных штрихов (1200 штрихов на 1 мм). Каждая спектральная линия, отраженная дифракционной решеткой, представляет собой однородное монохроматическое излучение. Оно имеет определенную частоту колебаний (длину волны), присущую какому-либо одному элементу, содержащемуся в пробе масла.

Измерительное устройство состоит из приемников излучения, блока интегрирующих конденсаторов 6, лампового вольтметра 7, делителя напряжения 8, регистрирующего прибора 9 и источника питания. Приемниками излучения служат фотоэлектронные умножители 5, преобразующие световую энергию в электрическую.

Общее количество фотоэлектронных умножителей и подключенных к ним интегрирующих конденсаторов составляет 10 пар. Один фотоэлектронный умножитель предназначен для приема излучения от эталонных образцов, по результатам анализа которых строят тарировочные кривые. Следовательно, данная установка позволяет определить одновременно до 9 элементов, содержащихся в пробе масла.

Установка МФС-3 работает следующим образом.

Излучение разряда между электродами, куда помещена испытуемая проба масла, направляется во входную щель 2 спектрального прибора и, отражаясь от дифракционной решетки, в виде монохроматического излучения проходит через выходные щели 4, откуда попадает на

фотоэлектронные умножители. Возникшие на них электрические заряды поступают на интегрирующие конденсаторы и заряжают их. Напряжения зарядки конденсаторов пропорциональны усредненным за время анализа интенсивностям спектральных линий, зависящим в свою очередь от концентрации в пробе анализируемых элементов. По окончании анализа последовательно измеряются напряжения на конденсаторах ламповым вольтметром. Эти напряжения после делителя 8 регистрируются электронным автоматическим потенциометром 9.

Погрешность измерений при помощи описанной установки не превышает 15%.

§ 18. Эксплуатация средств измерений

Правильность показаний средств измерений и межремонтный срок их службы зависят от выполнения требований по их обслуживанию, предусмотренных заводскими руководствами и инструкциями Госстандарта СССР.

Измерительные инструменты перед работой необходимо очищать от смазки и протирать насухо, а после окончания измерений очищать от пыли и грязи. Рабочие поверхности нужно смазывать техническим вазелином, а остальные поверхности — тонким слоем машинного масла. Для хранения измерительные инструменты следует укладывать в футляр или закрывать чехлами.

Средства измерений должны содержаться в образцовой чистоте. У электроизмерительных приборов внутренние части щитов, где расположена электропроводка, задние стороны корпусов приборов и соединительные зажимы периодически продувают сжатым воздухом. Контакты соединительных зажимов прочищают волосной щеткой. Лицевые части приборов и панели щитов протирают ветошью, слегка пропитанной машинным маслом. Применять шерстяные тряпки для протирания стрелочных электроизмерительных приборов запрещено, чтобы исключить возможную электризацию защитного стекла. Наэлектризованное стекло притягивает стрелку прибора, вследствие чего значительно искажаются результаты измерений.

Следует систематически осматривать крепления приборов, проверять надежность зажимов и, если необходимо, дополнительно затягивать гайки и крепежные болты.

Во время измерений запрещаются дополнительные физические усилия, нажимы на рабочие поверхности (губки), не допускаются толчки, удары, постукивание по отсчетным устройствам. Запрещается проводить измерения при действии на приборы недопустимых значений вибрации, шума, температуры и влажности окружающей среды.

При длительном пользовании средствами диагностирования мастер-диагност узнает их особенности, а также возможные нормальные и аварийные отклонения измеряемых величин. Это позволяет ему контролировать правильность работы приборов и определять источники возникновения неисправностей.

Длительная эксплуатация средств измерений приводит к снижению точности их показаний (вследствие износа подвижных частей, деформации упругих элементов и других дефектов). Чтобы обеспечить необходимую точность измерений, рабочие средства измерений поверяют в сравнении с образцовыми.

В СССР установлен определенный порядок поверки средств измерений, обязательный для всех предприятий, учреждений и организаций, использующих эти средства.

Контроль за правильностью применения и систематической поверкой средств измерений возложен на органы Госстандарта, а также на органы ведомственного надзора.

Неисправные средства измерений направляют в ремонт, после чего повторно сдают на поверку. Средства измерений, негодные к дальнейшему применению, списывают и обязательно уничтожают, чтобы они случайно не попали в эксплуатацию.

При поверке рабочего средства измерений с помощью образцового задают значения на одном из приборов, а с другого снимают показания. По этим значениям подсчитывают основную приведенную погрешность в процентах:

$$\gamma_{\text{пр}} = \frac{A - A_{\text{д}}}{A_{\text{пр}}} 100, \quad (35)$$

где A — показание поверяемого средства измерений; $A_{\text{д}}$ — действительное значение измеряемой величины, определяемое по показанию образцового средства измерений; $A_{\text{пр}}$ — верхний предел поверяемого средства измерений.

Поверку проводят при прямом и обратном ходе указателя измеряемой величины. Основную приведенную погрешность подсчитывают для каждого измерения.

Средство измерений считается годным, если основная приведенная погрешность не превышает погрешности, соответствующей классу точности данного прибора.

Средства измерений, находившиеся на длительном хранении, перед передачей в эксплуатацию обязательно должны пройти поверку.

Использование исправных и прошедших поверку средств измерений при диагностировании сельскохозяйственной техники позволяет правильнее оценивать техническое состояние объектов диагностирования и прогнозировать их безотказность до очередного контроля или ремонта.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит разница между прямыми и косвенными измерениями?

2. Перечислите и охарактеризуйте методы прямых и косвенных измерений.

3. Каково назначение измерительного преобразователя, измерительной цепи и отсчетного устройства?

4. Охарактеризуйте преимущества электрических средств измерений по сравнению с механическими.

5. Перечислите наиболее распространенные преобразователи неэлектрических величин в электрические, применяемые для диагностирования сельскохозяйственной техники.

6. Объясните устройство штангенциркуля и правила пользования им.

7. Расскажите об устройстве угломера с нониусом и назовите правила пользования им.

8. Какие типы микрометрических измерительных инструментов вы знаете?

9. Объясните назначение и устройство индикатора часового типа.

10. Поясните принцип действия оптиметра.

11. Какие типы пневматических измерительных приборов вы знаете?

12. Перечислите типы и поясните принцип действия термометров расширения.

13. Расскажите об устройстве и работе термопары.

14. Как устроен и по какому принципу работает маятниковый механизм электротормозного стенда?

15. Перечислите наиболее распространенные типы первичных измерительных преобразователей для измерения усилий, давлений и крутящих моментов.

16. Как классифицируются расходомеры?

17. Расскажите о порядке измерения расхода топлива с помощью циферблатных весов.

18. Как определяется расход топлива при помощи простых и автоматизированных объемных расходомеров с мерными колбами?

19. Объясните принцип действия расходомеров переменного перепада давления.

20. На чем основана работа расходомеров постоянного перепада давления? Объясните устройство и действие ротаметра.

21. Какие типы тахометров вы знаете?

22. На чем основано действие стробоскопического тахометра?

23. Объясните устройство и работу дымомера.

24. Расскажите о назначении, устройстве и работе фотоэлектрической установки МФС-3.

25. Перечислите правила эксплуатации средств измерений.

26. Расскажите о порядке поверки средств измерений.

Раздел второй

ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАШИН

Глава I

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

§ 1. Основные термины и определения

Техническая диагностика — отрасль знаний, изучающая и устанавливающая признаки неисправностей составных частей машин, разрабатывающая методы и средства, при помощи которых дается заключение (ставится диагноз) о техническом состоянии объектов диагностирования, а также принципы построения и организации использования систем диагностирования.

Техническое состояние — совокупность подверженных изменению в процессе производства или эксплуатации свойств объекта, характеризующаяся в определенный момент времени признаками и параметрами состояния, установленными технической документацией на этот объект.

Объект диагностирования — изделие и его составные части, подвергаемые диагностированию.

Диагностирование — процесс определения технического состояния объекта диагностирования с требуемой точностью.

Результатом диагностирования является *диагноз* — заключение о техническом состоянии объекта с указанием при необходимости места, вида и причины дефекта.

При диагностировании различают *рабочие воздействия*, поступающие на объект при его функционировании, и *тестовые воздействия*, которые подаются на объект только для целей диагностирования. Диагностирование, при котором на объект подаются только рабочие воздействия, называется *функциональным*, а диагностирование, при котором на объект подаются тестовые воздействия, — *тестовым* техническим диагностированием.

Совокупность средств и объекта диагностирования, подготовленная к проверке параметров состояния или осуществляющая ее по правилам, установленным соот-

ветствующей документацией, называется *системой технического диагностирования*.

Параметр состояния — физическая величина, характеризующая работоспособность или исправность объекта диагностирования и изменяющаяся в процессе работы.

Параметры, непосредственно характеризующие работоспособность или исправность объекта диагностирования, называются *структурными*. К ним относятся размеры деталей, зазоры, натяги в сопряжениях, геометрическая форма, чистота сопрягаемых поверхностей и др.

Параметры, косвенно характеризующие работоспособность или исправность объекта диагностирования, называются *диагностическими*. К ним относятся мощность, давление, температура, шум, вибрация, количество газов, прорывающихся в картер, угар картерного масла и др.

Преимущество структурных параметров — наиболее объективная оценка по ним технического состояния контролируемого объекта; недостаток — необходимость разборки агрегатов, что влечет за собой нарушение приработки трущихся сопряжений.

В некоторых случаях диагностический параметр более правильно характеризует техническое состояние объекта диагностирования, чем структурный параметр. Например, состояние цилиндро-поршневой группы лучше определять по количеству газов, прорывающихся в картер, или же по угару картерного масла, чем по зазорам в сопряжениях и другим структурным параметрам. Так, при «бочкообразном» износе гильз цилиндров и допускаемом зазоре между гильзой и юбкой поршня возможен настолько большой угар картерного масла, что дальнейшая эксплуатация дизеля без ремонта экономически нецелесообразна.

Между структурными и соответствующими им диагностическими параметрами существует определенная количественная связь, основанная на известной закономерности.

Примеры структурных и соответствующих им диагностических параметров приведены в таблице 1.

По характеру воздействия на объект диагностирования параметры разделяют на входные и выходные. Под *входными параметрами* понимают меру воздействия на объект диагностирования извне. Например, при-

Таблица 1. Примеры параметров состояния

Структурные параметры	Диагностические параметры
Зазоры в сопряжениях цилиндро-поршневой группы	Количество газов, прорывающихся в картер; угар картерного масла
Зазоры в подшипниках коленчатого вала	Давление в масляной магистрали
Плотность электролита	Степень разряженности аккумуляторной батареи
Толщина фрикционных дисков муфты поворота гусеничного трактора; упругость нажимных пружин	Усилие, приложенное к рычагу управления поворотом в момент трогания гусеницы с места

менительно к трактору или комбайну в качестве входных параметров можно рассматривать нагрузку и характер ее приложения (переменная или постоянная), расход и качество топлива, климатические и атмосферные условия, рельеф поля и др. Под *выходными параметрами* понимают меру внешнего проявления свойств объекта диагностирования, например мощность двигателя, температуру охлаждающей жидкости, картерного масла и отработавших газов, дымность газов и др.

Количественной мерой параметра состояния является его значение, которое может быть номинальным, нормальным, допускаемым и предельным.

Номинальное (расчетное) значение параметра определено его функциональным назначением и служит началом отсчета отклонений. При этом, как правило, обеспечивается максимальная эффективность эксплуатации составной части по технико-экономическим показателям (безотказности работы и экономичности). Номинальные значения параметров состояния, как правило, отмечают у новых и капитально отремонтированных составных частей машин после их обкатки и приработки.

Допускаемое значение параметра — значение, при котором обеспечивается безотказная работа составной части до очередного планового диагностирования при высоких технико-экономических показателях. Большинство основных параметров, характеризующих техническое состояние составных частей машины, имеет два допускаемых значения. Одно из них рассчитывают, исходя из необходимости обеспечения надежной работы

составной части до соответствующего очередного технического обслуживания, а второе — до очередного ремонта.

Значения параметра, не выходящие за пределы допускаемых величин, называют *нормальными*. Они находятся в диапазоне между номинальными и допускаемыми величинами.

Предельное значение параметра — наибольшее или наименьшее значение параметра, которое может иметь работоспособная составная часть. При этом дальнейшая эксплуатация составной части или машины в целом без проведения ремонта недопустима ввиду резкого увеличения интенсивности изнашивания сопряжений, чрезмерного снижения экономичности машины или нарушения требований безопасности.

Достижение предельного значения хотя бы одного из параметров означает, что данная составная часть находится в предельном состоянии.

Предельные значения параметров состояния устанавливают на основании соответствующих критериев.

Технические критерии характеризуют предельное состояние составных частей, когда они не могут больше выполнять свои функции по техническим причинам (например, предельное увеличение шага цепи приводит к ее проскальзыванию на звездочках и спаданию) или когда дальнейшая эксплуатация объекта диагностирования с составными частями, достигшими предельного состояния, приводит к аварийному отказу (например, работа при предельном давлении масла в магистрالي приводит к выходу дизеля из строя).

Технико-экономические критерии, характеризующие предельное состояние, указывают на снижение эффективности использования объекта диагностирования вследствие изменения технического состояния. Например, с ухудшением состояния топливной аппаратуры снижается мощность дизеля и увеличивается удельный расход топлива, что определяется технико-экономическим расчетом.

Технологические критерии характеризуют резкое ухудшение качества выполнения работ по причине предельного состояния рабочих органов машин. Например, износ дисков сошников приводит к некачественной заделке семян, затупление лемехов плуга — к

некачественной пахоте, затупление лап культиватора — к плохому подрезанию сорняков и др.

При техническом диагностировании машин часто приходится оценивать состояние отдельных агрегатов по обобщенным параметрам.

Обобщенный параметр — диагностический параметр, характеризующий с допускаемой погрешностью техническое состояние нескольких составных частей машины, например эффективная мощность дизеля, удельный расход топлива, индикаторный к. п. д. и т. д. Использование обобщенных параметров состояния позволяет в значительной мере снизить трудоемкость диагностирования, особенно при заявочном (внеплановом) техническом обслуживании машины.

Все параметры состояния можно разделить на ресурсные и функциональные.

Ресурсный параметр — параметр, изменение которого выше предельного значения обуславливает утрату работоспособности составной части машины по причине исчерпания ресурса. Этот параметр восстанавливается посредством ремонта или замены составной части.

Функциональный параметр — параметр, изменение которого выше предельного значения обуславливает утрату работоспособности или неисправность составной части. Он восстанавливается при техническом обслуживании машины.

Т а б л и ц а 2. Примеры структурных параметров и соответствующих им диагностических признаков

Структурный параметр	Диагностический признак
Ранний угол опережения подачи топлива в цилиндры	Жесткая работа дизеля; дымный выхлоп (неполное сгорание топлива) при работе под нагрузкой
Износ фрикционных накладок муфты сцепления	Нагрев корпуса муфты при работе под нагрузкой
Износ почвозацепов колесного трактора	Повышенное буксование колес
Отсутствие зазора в зацеплении шестерен главной передачи (при нарушении регулировки после ремонта трактора)	Чрезмерный нагрев корпуса заднего моста

Параметры также могут быть основными и второстепенными. Основные параметры характеризуют возможности выполнения машиной заданных функций, а второстепенные параметры — удобство эксплуатации, внешний вид, техническую эстетику и др.

В процессе поиска неисправностей (чаще всего при заявочном диагностировании) наряду с параметрами состояния используют диагностические признаки (симптомы), позволяющие давать заключение об исправности объекта («исправен» или «неисправен»), без каких-либо количественных оценок (табл. 2).

Установление факта неисправности по внешним признакам является основанием для более углубленного диагностирования соответствующего агрегата путем измерения диагностических и структурных параметров состояния.

Каждая машина (изделие) может находиться в исправном или неисправном состоянии. При *исправном* техническом состоянии машины значения всех параметров состояния находятся в допустимых пределах. Выход из этих пределов любого параметра означает, что машина *неисправна*.

Машина называется *работоспособной*, если значения ее основных параметров находятся в допустимых пределах изменения и если она нормально выполняет заданные функции. Утрата работоспособности называется отказом, т. е. отказ — это событие, характеризующееся нарушением работоспособного состояния составных частей машины в процессе ее эксплуатации. Отказы возникают постепенно или внезапно. Признаком постепенного отказа служит предельное значение основного параметра состояния, вследствие чего составная часть постепенно приходит в неработоспособное состояние, препятствующее выполнению ею функций, заданных при конструировании. Признак внезапного отказа — аварийная ситуация или предельное состояние составной части, наступающее внезапно и препятствующее ее дальнейшему использованию.

Для оценки технического состояния машины большое значение имеет такой показатель, как эксплуатационная надежность.

Под надежностью понимают свойство составных частей машины выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных

показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. К эксплуатационным показателям машины относятся производительность, экономичность, удобство и безопасность обслуживания и др.

Надежность машины или ее отдельных составных частей обуславливается их безотказностью, долговечностью, сохраняемостью и ремонтпригодностью.

Под *безотказностью* понимают свойство машины в целом сохранять работоспособность в течение требуемой наработки без вынужденных перерывов по техническим причинам.

Долговечность — свойство составной части или машины в целом сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонта.

Основные показатели долговечности — срок службы и ресурс.

Срок службы — календарная продолжительность эксплуатации составной части или машины до момента возникновения предельного состояния, оговоренного в технической документации, или до списания.

Ресурс — наработка от начала эксплуатации новой или капитально отремонтированной машины (или ее составной части) до наступления предельного состояния, оговоренного в технической документации.

Остаточный ресурс — наработка машины (или ее составной части) от последней проверки ее технического состояния до предельного состояния.

Сохраняемостью машины называют свойство сохранять необходимые эксплуатационные показатели в течение и после срока хранения и транспортирования, указанного в технической документации.

Ремонтпригодность — свойство составных частей машины, заключающееся в приспособленности их к предупреждению и обнаружению причин отказов и неисправностей, а также к устранению их последствий путем проведения технического обслуживания и ремонта.

Понятие «ремонтпригодность», установленное ГОСТ 13377-75, является обобщенным: оно относится как к ремонту, так и к техническому обслуживанию. Применительно к технической диагностике применяют

также термин «контролепригодность». Контролепригодность — свойство составных частей машины, заключающееся в приспособленности их к диагностированию.

К основным показателям эффективности методов и средств диагностирования относятся достоверность и точность получаемых результатов.

Достоверность результатов диагностирования характеризует способность методов и средств измерений правильно отражать фактическое состояние объекта диагностирования. Она зависит, с одной стороны, от полноты получаемой в процессе диагностирования информации, которая, в свою очередь, обуславливается выбором контролируемых параметров, а с другой — от возможных потерь информации вследствие несовершенства методов диагностирования.

Точность результатов диагностирования, как и их достоверность, зависит прежде всего от правильности выбора проверяемых параметров, обуславливающих методическую погрешность, и степени совершенства средств диагностирования, обуславливающих инструментальную погрешность. Большие погрешности измерений приводят к ошибкам при оценке технического состояния объектов диагностирования. В результате часть объектов может быть ошибочно выбракована, а другая — ошибочно признана годной.

§ 2. Закономерности изменения технического состояния машин

Понятие об изнашивании машин. В процессе эксплуатации машины стареют: одни детали изнашиваются, в других происходят необратимые процессы усталостного и коррозионного разрушения. По мере старения изменяются технические характеристики машин. Например, при изнашивании деталей механизма газораспределения двигателя ухудшаются условия впуска в цилиндры воздуха и выпуска из них отработавших газов, что влечет за собой снижение мощности и экономичности двигателя.

Задача механизаторов состоит в том, чтобы каждый раз, когда машина в результате старения становится неработоспособной, проводить необходимый комплекс воздействий, в той или иной мере восстанавливающих работоспособность машины. Эти воздействия заключа-

ются в техническом обслуживании и ремонте машины. При техническом обслуживании выполняют необходимые очистительно-моечные, крепежные, смазочные, регулировочные и другие работы, связанные с предупреждением отказов; при ремонте восстанавливают или заменяют изношенные детали.

Известно, что межремонтный срок службы тракторов и других сельскохозяйственных машин далеко не одинаков. Эта разница зависит не только от разнообразия условий эксплуатации, но и от качества ремонта и технического обслуживания машин. Повышение качества обслуживания требует прежде всего соблюдения установленных правил технического обслуживания. Высокая культура технической эксплуатации — одно из важнейших условий улучшения работы и продления срока службы машин. Соблюдать его можно только при глубокоом знании закономерностей изменения состояния машин, обусловленных в основном процессом изнашивания деталей в условиях эксплуатации.

Детали машин и механизмов изнашиваются вследствие многих вредных воздействий, возникающих при трении сопряженных поверхностей.

Изнашивание — процесс изменения формы и размеров детали или ее разрушения под действием различных факторов (главным образом трения). *Износ* — результат изнашивания.

Различают несколько видов изнашивания: абразивное, молекулярно-механическое, коррозионно-механическое, усталостное, кавитационное. В процессе работы деталей машин возможно сочетание одновременно двух, нескольких или даже всех перечисленных видов изнашивания, но обычно один из них наиболее ярко выражен.

Абразивное изнашивание происходит вследствие соприкосновения трущихся поверхностей с достаточно твердыми посторонними частицами (продуктами износа и др.), которые могут царапать эти поверхности или резать их. Абразивные частицы обычно заносятся вместе с маслом, топливом или воздухом.

Характерным примером абразивного изнашивания может служить изнашивание рабочих органов почвообрабатывающих машин, взаимодействующих с почвенной средой. Абразивные частицы почвы под действием приложенного к ним нормального давления и сдвигаю-

щего усилия подвергают рабочие органы интенсивному изнашиванию.

Чтобы уменьшить интенсивность изнашивания, нужно устранить возможность попадания абразивных частиц в подвижные сочленения составных частей машин путем создания надежных уплотнений, тщательной фильтрации и отстоя топлив и масел, своевременной промывки картеров и др. Трущиеся поверхности также должны быть хорошо обработаны и упрочены.

Молекулярно-механическое изнашивание возникает в результате молекулярного взаимодействия сопрягаемых поверхностей, вызываемого действием сил трения и давления при перемещении одного тела по другому и сопровождаемого вырыванием частиц рабочих поверхностей, их налипанием и наволакиванием. Кроме того, при таком изнашивании металл переносится с одной сопряженной поверхности на другую поверхность или внутрь другого тела.

Интенсивность молекулярно-механического изнашивания зависит от чистоты обработки трущихся поверхностей, их твердости, микроструктуры, качества смазки, теплового и нагрузочного режима сопряжений и других факторов. Если на трущихся поверхностях имеются шероховатости, то выступы и бугорки скалываются, а впадины сглаживаются. По этой причине наиболее интенсивное изнашивание происходит в процессе приработки новых или отремонтированных деталей. Если нет смазочного слоя, детали работают в условиях сухого трения, при котором скорость изнашивания во много раз выше, чем при наличии масляной пленки.

Коррозионно-механическое изнашивание происходит вследствие химического или электрохимического воздействия агрессивной среды (в виде кислот и щелочей) на трущиеся поверхности. Эти поверхности делаются менее гладкими; нарушаются гидродинамические процессы смазки и ускоряется молекулярно-механическое изнашивание. Продукты химического воздействия смываются смазкой или отделяются при трении.

Разрушение поверхностей особенно интенсивно происходит в результате электрохимической коррозии. Например, коррозия гильз цилиндров двигателя внутреннего сгорания возникает вследствие образования агрессивных кислот при сгорании топлива. Особенно интенсивно этот процесс протекает при переохлаждении

двигателя, когда температура рабочей поверхности гильзы ниже точки росы, а также при наличии в топливе сернистых соединений. В последнем случае в результате сгорания топлива образуется сернистый (SO_2) и серный (SO_3) газы, которые, взаимодействуя с каплями росы, оседающими на стенках цилиндров, образуют сернистую (H_2SO_3) и серную (H_2SO_4) кислоты, вызывающие электрохимическую коррозию.

Вследствие конденсации водяных паров (продуктов сгорания топлива) образуются капли росы. При сгорании в двигателе 1 кг топлива образуется свыше 1 кг водяного пара. В случае нормального теплового состояния двигателя водяной пар не конденсируется на стенках цилиндров, а происходит газовая коррозия, которая ничтожно мала по сравнению с электрохимической. Отсюда следует, что поддержание нормального теплового состояния двигателя — одно из важнейших условий борьбы с электрохимической коррозией деталей.

В процессе эксплуатации машин наряду с коррозионным изнашиванием деталей наблюдается атмосферная коррозия (ржавление) незащищенных металлических поверхностей. Она также обусловлена электрохимическими процессами.

Чтобы предотвратить коррозионное изнашивание и ржавление деталей машин, их поверхности покрывают слоем металла, хорошо противостоящего коррозии (хромируют, азотируют, никелируют и т. д.); добавляют в дизельное масло специальные присадки, а в топливо — ингибиторы (замедлители коррозии); применяют эффективные защитные покрытия деталей (лаки, краски, предохранительные смазки).

Усталостное изнашивание — результат длительного воздействия на детали повторно-переменных нагрузок, вследствие которых происходит многократная пластическая деформация, приводящая к образованию усталостных микротрещин. Эти трещины постепенно увеличиваются, охватывая значительную часть детали, и в конечном счете деталь разрушается.

Усталостному изнашиванию подвергаются коленчатые валы, шатуны, шатунные болты, шестерни, подшипники качения, полуоси, цапфы и другие детали машин. Уменьшению усталостного изнашивания способствуют правильная сборка составных частей, соблюдение тех-

нических требований при ремонте, своевременная регулировка механизмов и другие мероприятия.

Как уже было сказано, изнашивание деталей в эксплуатации — результат сложного процесса. Так, например, гильзы цилиндров и поршневые кольца в двигателях внутреннего сгорания изнашиваются при наличии абразива (пыли и продуктов износа), агрессивной среды (продуктов сгорания топлива) и молекулярного взаимодействия поверхностей. Поэтому здесь имеется не один, а три вида изнашивания.

Кавитационное изнашивание происходит под влиянием возникших в охлаждающей или рабочей жидкости паро-воздушных пузырьков. Давление в пузырьках в этом случае соответствует давлению паров жидкости при данной температуре. При движении пузырьков в зону повышенного давления происходит уменьшение их объема, что сопровождается нанесением частицами жидкости ударов по поверхности детали. В условиях кавитации, кроме таких ударов, действуют и физико-химические факторы, усиливающие интенсивность разрушения металла. Кавитация начинается тем раньше, чем больше воздуха и твердых частиц содержится в жидкости.

Изнашивание деталей машины за период между ее ремонтами можно условно разделить на три характерных этапа.

В начальный этап работы (этап I) сопряженные детали изнашиваются весьма быстро, так как происходит приработка трущихся поверхностей. В этот период нагрузка воспринимается преимущественно выступами, причем удельные давления достигают максимальных значений, в несколько раз превышающих расчетные. В результате нарушаются гидродинамические условия смазки. По мере изнашивания выступов зазор в сопряжении быстро увеличивается. Во время приработки деталей новой или отремонтированной машины, чтобы избежать образования задиров на трущихся поверхностях и выхода деталей из строя, работу начинают с минимальных нагрузок, постепенно увеличивая их. Этап приработки деталей называют обкаткой машины.

После приработки сопряженных поверхностей скорость их изнашивания стабилизируется или возрастает незначительно вследствие сглаживания неровностей на трущихся поверхностях и снижения удельных давлений:

наступает этап *нормальной работы* (этап II) с установившейся скоростью изнашивания сопряжений.

Возможны три формы кривой изнашивания на II этапе, а именно: линейный характер изменения параметра, когда скорость изнашивания постоянна на всем участке от момента окончания приработки до предельного значения параметра; кривая вогнута вверх, когда скорость изнашивания возрастает с увеличением наработки; кривая вогнута вниз, когда скорость изнашивания уменьшается с увеличением наработки.

Скорость изнашивания остается постоянной в том случае, когда характер нагрузки, условия смазки, свойства материала с износом сопряжений не меняются или меняются весьма незначительно, например при изнашивании гусеничных и роликовых цепей, деталей механизма газораспределения, шин и др.

В большинстве случаев по мере увеличения зазоров в сопряжениях скорость изнашивания возрастает в результате снижения твердости трущихся поверхностей вследствие их изнашивания, ухудшения условий смазки, увеличения динамических нагрузок на детали и др.

Понижение скорости изнашивания на участке II наблюдается редко, например при увеличении площади нагружения по мере изнашивания деталей.

В случае чрезмерного увеличения зазоров динамические нагрузки возрастают настолько, что в подвижных сочленениях возникают удары, вызывающие дополнительные деформации деталей. Удары ухудшают процесс трения и резко повышают скорость изнашивания. Так начинается этап III, при котором наступает *предельный (аварийный) износ*. Увеличение зазоров может привести к поломкам деталей, поэтому длительно работать на этом этапе опасно.

Начало этапа III работы элементов машины определяют по предельным значениям параметров их технического состояния, которые устанавливают экспериментально или получают теоретическими расчетами. При достижении предельных значений параметров состояния продолжать работу экономически нецелесообразно, так как это вызывает значительное удорожание ремонта машины.

Факторы, вызывающие изменение исходных характеристик машины. По мере наработки исходные характеристики машины изменяются, как правило, в сторону

ухудшения. Это зависит от многочисленных факторов, которые действуют на технико-экономические показатели не изолированно, а комплексно, находясь в сложной зависимости друг от друга.

Основные факторы, снижающие технико-экономические показатели машины в процессе эксплуатации, можно условно разделить на три категории: конструктивные, технологические и эксплуатационные.

Конструктивные факторы можно объединить в один обобщенный фактор, называемый совершенством конструкции машины. Один из основных показателей совершенства конструкции машины — равнопрочность деталей. Однако практически этого достичь невозможно. На современных тракторах и других сельскохозяйственных машинах имеются детали, которые быстро изнашиваются и заменяются в первый межремонтный период, в то время как другие детали работают до списания машины. По мере изнашивания деталей наблюдается тенденция к снижению твердости, а значит, и износостойкости рабочих поверхностей. Кроме того, в процессе длительного механического, теплового и химического воздействия в поверхностных слоях деталей происходят структурные изменения, меняются физико-химические свойства металлов. Ухудшение этих свойств и разрыхление структуры металлов приводят к увеличению скорости изнашивания деталей.

Технологические факторы характеризуются совершенством технологии изготовления или ремонта машин. При плохом качестве изготовления и ремонта деталей резко снижается межремонтный срок службы машины. Особенно большое влияние на изменение ее первоначальных характеристик оказывает качество ремонта, которое пока остается невысоким. Как известно, по этой причине очень часто возникают неисправности и отказы, происходит интенсивное изнашивание многих сопряжений, что влечет за собой значительное сокращение межремонтных сроков службы машин.

К *эксплуатационным факторам* относятся качество технического обслуживания и хранения машин, а также условия их эксплуатации. Существенное влияние на изменение характеристик машины оказывает квалификация обслуживающего персонала. От уровня квалификации механизаторов зависят такие показатели машиноиспользования, как производительность машинно-

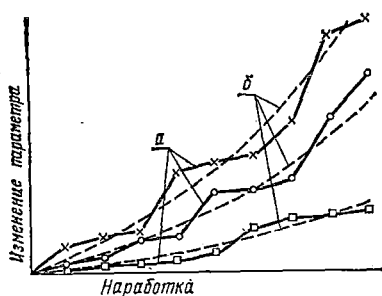


Рис. 40. Действительные (а) и теоретические (б) кривые изменения параметров состояния составных частей машины.

тракторных агрегатов, расход нефтепродуктов, а также затраты средств на техническое обслуживание и ремонт, величина простоев по техническим причинам и др.

Эксплуатационные факторы оказывают наибольшее влияние на изменение технического состояния составных частей машин. Это необходимо учитывать при обосновании периодичности диагностирования.

Перечисленные факторы возникают случайно, а поэтому процесс изменения параметров состояния составных частей машины имеет случайный характер.

Случайной называют величину, которая в результате опыта может принять то или иное значение, неизвестное заранее.

Случайность характера изменения параметра состояния одной конкретной составной части заключается в том, что в разные периоды работы машины скорость изменения параметра колеблется скачкообразно в зависимости от изменения перечисленных выше факторов. Кривая изменений параметра при периодических измерениях его значений имеет вид ломаной, а не плавной кривой (рис. 40).

Случайность изменения параметров особенно характерна для сельскохозяйственной техники, подверженной влиянию многочисленных факторов.

§ 3. Система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве

Системой технического обслуживания и ремонта называют комплекс взаимосвязанных положений и норм, определяющих организацию и порядок проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту изделий (машин) для заданных условий эксплуатации с целью обеспечения показателей качества, предусмотренных в нормативной документации.

В нашей стране действует *планово-предупредительная* система технического обслуживания, которая предусматривается соответствующей нормативной документацией и осуществляется в плановом порядке на основании установленной периодичности.

Основные задачи планово-предупредительной системы технического обслуживания — содержание машинно-тракторного парка в постоянной готовности к выполнению сельскохозяйственных работ, обеспечение высокой производительности и качества работ машин в течение всего срока службы, снижение затрат труда и денежных средств на техническое обслуживание.

Слово «плановая» означает обслуживание сельскохозяйственной техники в соответствии с научно обоснованной периодичностью, дифференцируемой по различным группам составных частей машин в соответствии с допускаемыми значениями параметров состояния.

Под словом «предупредительная» подразумевается почти полное предотвращение неисправностей и отказов при максимальном использовании ресурса машин. Выполнение этого условия возможно при внедрении эффективных методов и средств диагностирования. Поэтому *техническое диагностирование* является одной из основных составных частей планово-предупредительной системы технического обслуживания.

Под *периодичностью* технического обслуживания понимают наработку или время между двумя последовательно проводимыми техническими обслуживаниями одного вида.

Техническое обслуживание может быть и неплановым, связанным с поиском и устранением неисправностей и отказов, возникающих при эксплуатации сельскохозяйственной техники.

Периодичность технического обслуживания должна быть такой, чтобы, с одной стороны, обеспечивалась безотказная работа машин, а с другой — снижались затраты времени и денежных средств на обслуживание. Ее устанавливают и обосновывают, как правило, по технико-экономическому критерию на основании закономерностей изменения параметров состояния в зависимости от наработки. При этом учитывают характеристики рассеивания ресурса составной части по контролируемым параметрам и экономические показатели — издержки, связанные с устранением отказов, диагностированием и планово-пре-

дупредительным восстановлением параметров, а также потери от простоев машин.

Располагая статистическими данными о динамике структурных параметров и отказов, устанавливают такую периодичность технического обслуживания однотипных машин, которая должна обеспечивать минимум удельных издержек на их техническое обслуживание и ремонт при достаточно высоком коэффициенте технической готовности.

Коэффициент технической готовности — это отношение времени простоев по техническим причинам к общему отработанному времени.

Удельные издержки на техническое обслуживание складываются из издержек на плановое обслуживание, а также на поиск и устранение отказов. С увеличением периодичности технического обслуживания издержки на плановое обслуживание уменьшаются, а на поиск и устранение отказов возрастают.

Для однотипных машин установлена единая периодичность технического обслуживания, без учета условий эксплуатации и технического состояния каждой машины в отдельности. Поэтому такое обслуживание не является оптимальным.

Наиболее рационально проводить обслуживание машин по их состоянию в индивидуальном порядке. Однако эта форма обслуживания возможна лишь при наличии на машинах встроенных измерительных преобразователей и некоторых приборов. Кроме того, внедрение такой формы сопряжено с большими трудностями в планировании и организации работ по техническому обслуживанию машин.

Для составных частей машин, отказы которых связаны с безопасностью выполнения работ, периодичность технического обслуживания должна быть такой, чтобы вероятность отказов была близка к нулю. При этом степень использования ресурса невысокая. В тракторах и других сельскохозяйственных машинах отказы большинства составных частей не вызывают опасности аварии, поэтому для них периодичность обслуживания устанавливают по технико-экономическому критерию. Это не исключает возможности отказов некоторого числа составных частей в периоды между плановыми обслуживаниями, т. е. иногда выгоднее допустить отказы отдельных составных частей, например у 5% машин, но зато полнее

использовать ресурс у остальных 95% машин. Очевидно, что ущерб, вызванный отказами, возместится снижением затрат на плановое техническое обслуживание.

§ 4. Задачи технической диагностики

При разработке методов и средств диагностирования машин решают следующие задачи.

Изучают и анализируют принципиальные и структурные схемы объектов диагностирования, их описание, технические данные, эксплуатационные характеристики и другие параметры.

Накапливают и обрабатывают статистические материалы по числу и характеру отказов, закономерностям изменения параметров состояния в процессе эксплуатации, возможным способам поиска неисправностей, различным методам диагностирования, затратам времени и денежных средств на диагностирование и другим данным.

Обосновывают и разрабатывают методы и средства диагностирования, устанавливают режимы диагностирования, выбирают методы обработки и анализа результатов диагностирования для постановки диагноза.

Наконец, устанавливают перечень параметров состояния, необходимых для прогнозирования периода безотказной работы составных частей машины, выбирают методы прогнозирования остаточного ресурса составных частей машины. При этом сначала составляют структурную схему возможных состояний составных частей машин. Располагая данными по отказам, определяют вероятность появления каждого из возможных состояний составных частей машины. Затем на основе анализа закономерностей изменения параметров состояния выбирают только те параметры, которые могли бы характеризовать состояние объектов диагностирования в любой момент времени.

При внедрении диагностирования решают задачи сохранения высокой надежности машин и управления их состоянием. Мероприятия по сохранению надежности машин направлены на снижение скорости изменения параметров состояния (главным образом скорости изнашивания) их составных частей и предотвращение отказов.

Надежность как комплексное свойство безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости в процессе эксплуатации зависит от ряда факторов: характера и объема выполняемых машиной работ; почвенно-

климатических условий; принятой системы технического обслуживания и ремонта машин; качества и наличия нормативно-технической документации и средств технического обслуживания, хранения и транспортирования машин; квалификации обслуживающего персонала.

Из перечисленных факторов огромное значение имеет система технического обслуживания и ремонта машин. Своевременное и качественное техническое обслуживание машин с применением соответствующих методов и средств диагностирования позволяет почти полностью использовать ресурс составных частей машины и предотвращать отказы.

Диагностирование включает три основных этапа: получение информации о техническом состоянии объекта диагностирования; обработку и анализ полученной информации; постановку диагноза и принятие решения.

Первый этап заключается в определении параметров состояния, установлении качественных признаков состояния и получении данных о наработке; второй — в обработке и сравнении полученных значений параметров состояния с номинальными, допускаемыми и предельными значениями, а также использовании полученных данных для прогнозирования остаточного ресурса; третий — в анализе результатов прогнозирования и установлении объема и сроков работ по техническому обслуживанию и ремонту составных частей машины.

В зависимости от вида технического обслуживания, внешних признаков и общего состояния объекта диагностирования, а также в соответствии с характером предстоящих ответственных полевых работ (посевная, уборочная) система технического диагностирования сельскохозяйственной техники решает следующие задачи:

установление вида ремонта (капитальный или текущий) и объема ремонтных работ (после исчерпания ресурса составных частей или машины в целом);

выявление комплекса мероприятий для обеспечения безотказной работы машины до очередного планового технического обслуживания соответствующего вида, поиск и устранение причин неисправностей и отказов (при периодических и послесезонных технических обслуживаниях);

проверка готовности машинно-тракторного парка к посевным или уборочным работам (при периодических технических осмотрах);

приведение машин в работоспособное состояние (в случае неисправностей и отказов).

§ 5. Характеристика методов поиска неисправностей при техническом обслуживании машин

При работе машины, например трактора, большинство неисправностей проявляется в виде внешних признаков (симптомов). Часто внешние признаки различных неисправностей носят одинаковый характер. Например, дизель может работать с перебоями и не развивать достаточной мощности в следующих случаях: при неудовлетворительной работе форсунок, попадании воды в цилиндры или воздуха в топливо, зависании плунжеров во втулках и других неисправностях. Опытный мастер-диагност, зная наиболее часто встречающиеся неисправности, а также их внешнее проявление, обнаруживает возникшую неисправность, не проводя излишних проверок и разборок. Нередко он прибегает к методам последовательного исключения. Например, неработающий цилиндр можно обнаружить путем поочередного выключения подачи топлива в цилиндры: при отключении неработающего цилиндра характер и звук выхлопа не изменяются.

Чтобы правильно и быстро поставить диагноз при проверке сложного объекта с помощью отдельных средств диагностирования, мастер-диагност должен располагать большим количеством данных о функциональных связях между возможными неисправностями и их симптомами, а также обладать достаточным опытом.

Если по какой-либо составной части известны лишь комбинации симптомов и их связи с соответствующими неисправностями, но неизвестны вероятности наиболее частого возникновения хотя бы некоторых из неисправностей, характерных для данного симптома, то в этом случае поиск конкретной неисправности ведут, исходя из предположения, что при данном симптоме все связанные с ним неисправности равновероятны, т. е. в одинаковой степени возможны. Для выявления причин таких неисправностей должна быть разработана целая система измерительных преобразователей, которые фиксировали бы как редко, так и часто встречающиеся неисправности. Теоретически такой метод определения неисправностей осуществим, но практически он чрезвычайно сложен и дорог.

Применение положений теории вероятностей, в частности теории информации, позволяет значительно упростить процесс постановки диагноза.

Сущность вероятностного подхода к определению характера неисправности заключается в следующем.

На основе статистических данных о закономерностях изменения параметров состояния в зависимости от работы составной части или машины в целом и о возможных комбинациях симптомов и их связях с неисправностями для каждой неисправности устанавливают вероятность ее возникновения и вероятность появления каждого симптома. По полученным материалам разрабатывают программу поиска данной неисправности, который ведут в порядке убывания вероятностей возникновения различных отказов, характерных для данного симптома. Например, наиболее часто встречающаяся причина перебоев при работе дизелей — неудовлетворительное состояние форсунок. Следовательно, поиск неисправности в этом случае следует начинать с проверки работы форсунок.

В целях еще большего снижения затрат времени и средств на поиски неисправностей при разработке программ поисков следует принимать во внимание не только вероятность возникновения неисправностей, но и время, затрачиваемое на выявление каждой из них при диагностировании. Поиск неисправностей по таким критериям получил название метода *время — вероятность*. В этом случае последовательность проверки устанавливают, исходя из отношения времени t , необходимого на выявление неисправности, к вероятности p появления этой неисправности. Поиск неисправности начинают с составных частей, для которых указанное отношение получается минимальным. Например, перегрев двигателя, сопровождаемый кипением воды в радиаторе, возможен в следующих случаях: при срезе шпонки крыльчатки водяного насоса, чрезмерном загрязнении сердцевины радиатора, ослаблении ремня вентилятора и др. Из перечисленных причин наиболее часто встречается ослабление ремня вентилятора, а время, потребное на проверку его натяжения, является минимальным. Отсюда следует, что поиск причины указанной неисправности нужно начинать с проверки натяжения ремня вентилятора.

При одинаковой вероятности возникновения двух или более неисправностей, характерных для какого-либо симптома, поиск осуществляют, исходя из минимального времени, затрачиваемого на проверку. Если отношение t/p одинаково для поиска неисправностей с одинаковыми внешними признаками, то в этом случае поиск по методу время — вероятность неэффективен, так как он приводит к неопределенности, т. е. к случайному выбору последовательности поиска возникшей неисправности.

Важный критерий при выборе оптимальной (наивыгоднейшей) последовательности поиска неисправностей — минимальная величина средней стоимости проверки. При использовании этого критерия стремятся к тому, чтобы максимальная стоимость поиска отказавшего элемента была наименьшей по сравнению с затратами, получаемыми при других методах проверки. Такой метод поиска получил название метода *минимакса*.

Метод минимакса наиболее эффективен в тех случаях, когда простои машин не отражаются на агротехнических сроках выполнения полевых работ. В период посевных и уборочных работ решающим фактором является время, затрачиваемое на поиск и устранение неисправностей; в связи с чем в этих случаях наиболее приемлем метод время — вероятность.

Важнейшая проблема в области технической диагностики тракторов и других сложных сельскохозяйственных машин — установление закономерностей изменения симптомов в зависимости от наработки составных частей или машины в целом, а также выявление зависимостей между этими симптомами и соответствующими им параметрами технического состояния машин. Знание этих закономерностей и зависимостей при известных предельных значениях (изменениях) параметров технического состояния позволяет своевременно предупреждать неисправности и отказы.

Если имеются неисправности и отказы, сначала устанавливают возможные причины их возникновения по характерным признакам. Затем, исходя из предполагаемой причины возникновения неисправности, подбирают соответствующие диагностические средства, с помощью которых дают заключение (ставят диагноз) о характере и существе неисправности.

Контрольные вопросы

1. Перечислите термины и определения основных понятий, применяемых в области диагностирования машин.
2. Какие параметры состояния вы знаете?
3. Приведите примеры структурных параметров и соответствующих им диагностических признаков.
4. Перечислите и охарактеризуйте основные понятия, относящиеся к области надежности машин.
5. Какие виды изнашивания вы знаете? Объясните их физическую сущность.
6. Охарактеризуйте этапы изнашивания.
7. Перечислите факторы, вызывающие изменение эксплуатационных характеристик машин.
8. Что понимают под системой технического обслуживания и ремонта машин?
9. Как обосновывают и устанавливают периодичность технического обслуживания сельскохозяйственной техники?
10. Перечислите задачи технической диагностики.
11. Каковы бывают методы поиска неисправностей и в каких случаях их следует применять?

Глава II

ОБЗОР МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

§ 1. Субъективные методы диагностирования

К самым простым методам диагностирования сельскохозяйственной техники относятся внешний осмотр машины, ощупывание, остукивание деталей, расположенных снаружи, прослушивание работы механизмов. Они позволяют обнаруживать такие дефекты, как ослабление креплений, наличие трещин и изломов в деталях, течь топлива, масла, охлаждающей жидкости и электролита, обрыв и расслоение ремней, стуки в трущихся сопряжениях, обусловленные аварийными ситуациями, и др. Такие методы диагностирования основаны на опыте механизатора и совершенстве органов его чувств (зрения, слуха, обоняния, вкуса, осязания), называемых в медицине анализаторами.

Оценка технического состояния составных частей машины с помощью органов чувств является субъективной, т. е. крайне неточной, и не отвечает требованиям, предъявляемым к технической диагностике как к отрасли науки. Такой способ оценки технического состояния машин

неперспективен. Его применяют, как правило, в сочетании с простейшими средствами измерений, например стучи прослушивают с помощью стетоскопа.

Только опытный механизатор (мастер-диагност) с той или иной степенью достоверности может оценить состояние отдельных составных частей машины, например двигателя, по динамике стуков и шумов соударяющихся сопряжений, ведя наблюдение за работой и периодически прослушивая стуки (шумы). По времени пуска дизеля с учетом температуры окружающей среды он может судить об общем его состоянии. Трудный пуск свидетельствует о неудовлетворительном состоянии топливной аппаратуры, чрезмерном износе цилиндро-поршневой группы, неисправностях механизма газораспределения, попадании воды в цилиндры вследствие прогорания прокладки или наличия трещин в головке цилиндров и прочих неисправностях, затрудняющих процесс воспламенения и горения топлива в цилиндрах.

Приведем наиболее распространенные субъективные методы диагностирования, широко применяемые для предварительной оценки состояния сельскохозяйственной техники.

Визуальный метод позволяет обнаруживать следующие неисправности: нарушение уплотнений, дефекты трубопроводов, соединительных шлангов и других составных частей машин — по течи топлива, масла, охлаждающей жидкости; трещины банки аккумуляторной батареи — по течи электролита; неполноту сгорания топлива — по дымности отработавших газов; износ деталей цилиндро-поршневой группы — по голубоватому цвету отработавших газов (вследствие чрезмерного угара картерного масла) и дымлению из сапуна; качество картерного (моторного) масла — по цвету масляного пятна, наносимого на фильтровальную бумагу; неравномерное натяжение гусеничных полотен — по нарушению прямолинейности при движении трактора без нагрузки; пробуксовывание муфты поворота вследствие замасливания или чрезмерного износа фрикционных дисков, а также потери упругости нажимных пружин — по нарушению прямолинейности при движении трактора под нагрузкой; попадание воздуха в гидросистему, недостаток рабочей жидкости — по вспениванию жидкости в баке; чрезмерный износ уплотнительного кольца поршня силового цилиндра — по заметной на глаз усадке поршня

(штока) при нейтральной позиции рукоятки золотника распределителя и др.

На слух обнаруживают: чрезмерный зазор между клапанами и коромыслами механизма газораспределения — по стукам в зоне клапанного механизма; предельный износ шатунных втулок и подшипников коленчатого вала — по стукам в соответствующих зонах кривошипно-шатунного механизма при изменении частоты вращения коленчатого вала; перебои в работе дизеля вследствие пропуска вспышек — по неравномерному звуку выхлопа; чрезмерное опережение или запаздывание впрыска топлива в цилиндры дизеля — по характеру выхлопа (при раннем впрыске — «жесткая» работа, при позднем — «мягкая»); неплотности клапанов газораспределения — по свисту и шипению во впускном и выпускном патрубках дизеля при прокручивании коленчатого вала вручную; отказ центробежного маслоочистителя или турбокомпрессора — по отсутствию шума ротора после остановки дизеля; разрегулировку муфты сцепления трактора — по шуму и скрежету шестерен коробки передач при переключении скоростей; погнутость валов — по биению шкивов, звездочек и др.

По запаху определяют такие неисправности, как про буксовывание муфты сцепления, муфт поворота, тормозов, замыкание электропроводки и другие неисправности.

На ощупь контролируют: ослабление креплений — по относительному перемещению деталей; неисправности фрикционных муфт, тормозов, подшипников, гидросистем и других составных частей машин — по чрезмерному их нагреву; неисправности рулевого механизма — по толчкам, ощущаемым на рулевом колесе; зависание иглы распылителя форсунки — по отсутствию импульсов впрыска в топливопроводе высокого давления и др.

К субъективным методам диагностирования также относятся заключения мастера-диагноста, даваемые на основе логического мышления, без прямого участия каких-либо органов чувств. Например: трактор не тянет вследствие недостатка мощности; затруднен пуск дизеля по причине неисправности топливной аппаратуры. Подобные заключения не всегда могут быть правильными: трактор может не тянуть при возросшем удельном сопротивлении плуга вследствие высыхания почвы, затупления лемехов и др.; пуск дизеля может быть затруднен

вследствие низкой температуры окружающей среды, неисправности системы пуска и др.

Субъективные методы диагностирования характеризуют качественное отклонение состояния того или иного механизма от нормы. Попытки количественной оценки состояния объектов диагностирования субъективными методами приводят к значительным ошибкам в принятии решений о работоспособности механизма.

Достоинство субъективных методов — малая трудоемкость диагностирования, отсутствие средств измерения.

§ 2. Диагностирование по структурным параметрам

Процесс определения технического состояния объекта диагностирования по структурным параметрам называется *прямым* диагностированием в отличие от *косвенного*, осуществляемого по диагностическим параметрам. Преимущество прямых методов — получение более точных результатов, простота конструкций средств измерений, недостаток — большая трудоемкость, нарушение приработки трущихся сопряжений при разборке объекта диагностирования. Иногда косвенное диагностирование более информативно, чем прямое. Например, износное состояние цилиндро-поршневой группы лучше оценивать по количеству газов, прорывающихся в картер, или угару картерного масла, чем по величине зазоров в сопряжениях.

Диагностирование сельскохозяйственной техники по структурным параметрам осуществляют, как правило, с помощью измерительных инструментов: щупов, масштабной линейки, рулетки, штангенциркуля, индикатора часового типа, микрометров, миниметров, нутромеров, пневматических калибраторов, угломеров, зубомеров, нормалемеров и др. Эти инструменты используют также для измерения зазоров в трущихся сопряжениях, геометрических размеров деталей, хода рычагов и педалей и др.

При разработке методов измерения зазоров в трущихся сопряжениях приходится решать две задачи: как применить то или иное устройство и каким образом осуществить взаимное перемещение деталей на величину зазора. При решении первой задачи разрабатывают приспособление для крепления измерительного устройства к ба-

зовой (неподвижной) детали, которое позволяло бы измерять зазор непосредственно, без пересчетов. Вторую задачу (перемещение деталей на величину зазора) решают при помощи различных вспомогательных устройств (ломиков, рычагов, винтовых механизмов, компрессорно-вакуумных установок — для перемещения деталей кривошипно-шатунного механизма и др.).

Диагностирование по структурным параметрам, как правило, проводят в тех случаях, когда измерить эти параметры можно без разборки трущихся деталей (без нарушения приработки).

К структурным параметрам состояния объекта относятся зазоры в подшипниковых узлах, в клапанном механизме, между отжимными рычагами и подшипником отводки муфты сцепления, в верхних и нижних головках шатунов кривошипно-шатунного механизма, ход рычагов и педалей механизма управления поворотом, муфт сцепления и тормозов, провисание гусеничных полотен, биение валов сельскохозяйственных машин, размеры деталей, доступные для непосредственного измерения, и др.

В ГОСНИТИ разработан оригинальный способ измерения зазоров в сопряжениях кривошипно-шатунного механизма при помощи индикатора часового типа с использованием компрессорно-вакуумной установки. Измерительное устройство устанавливают вместо форсунки. Создавая в надпоршневом пространстве поочередно давление и разрежение, перемещают поршень на величину суммарного зазора в верхней головке шатуна и шатунном подшипнике. Зазор фиксируется индикатором.

§ 3. Диагностирование по изменению герметичности рабочих объемов

В тракторах и других сложных машинах целый ряд составных частей может выполнять свои функции только в том случае, когда объемы, в которых совершаются рабочие процессы, достаточно герметичны. К ним относятся камеры сгорания, герметичность которых зависит от состояния цилиндрико-поршневой группы и клапанов газораспределения, плунжерные пары, золотники распределителя гидросистемы, силовые цилиндры и др.

Диагностирование по параметрам герметичности проводят с помощью манометров, вакуумметров, пьезомет-

ров (дифференциальных манометров), расходомеров, пневматических калибраторов.

Суммарную герметичность камер сгорания (состояние цилиндро-поршневой группы) определяют по количеству газов, прорывающихся в картер. Для этого измерительный прибор подключают к маслосаливной горловине. Ввиду сравнительно высокого сопротивления выходу газов из картера и, следовательно, наличия в картере избыточного давления часть газов уходит в атмосферу через сальники коленчатого вала и другие неплотности, минуя прибор. Этот недостаток устраняется путем принудительного отсоса газов из картера, обеспечивающего прохождение их только через измерительное устройство.

На практике нередко наблюдаются случаи нарушения герметичности какого-либо одного цилиндра при поломке или пригорании поршневых колец. Состояние уплотнений в отдельных цилиндрах до недавнего времени оценивали по компрессии (давлению конца сжатия), измеряемой при прокручивании коленчатого вала с помощью пускового устройства. Недостаток этого метода — трудность создания идентичных условий при проверке компрессии в отдельных цилиндрах, обусловленная нестабильностью теплового состояния дизеля вследствие сравнительно большой трудоемкости установки и снятия компрессиметра.

Техническое состояние каждого цилиндра в отдельности часто рекомендуют оценивать по величине неплотности. Последняя определяется по утечке сжатого воздуха, который подают под определенным давлением в проверяемый цилиндр неработающего двигателя. Неплотность характеризуется суммарной площадью, через которую проходит сжатый воздух из надпоршневого пространства. Она зависит от состояния деталей цилиндро-поршневой группы, клапанов газораспределения, прокладки и головки цилиндров. Непосредственно измерить каждую неплотность в отдельности трудно, поэтому обычно измеряют суммарную неплотность, которую принято называть относительной. Для этой цели применяют приборы, называемые пневматическими калибраторами.

Существенным недостатком способов оценки технического состояния цилиндро-поршневой группы по значениям неплотностей, измеряемым при неработающем двигателе, является невозможность достаточно точно опре-

делить износное состояние поршневых колец. Это объясняется тем, что при подаче сжатого воздуха в проверяемый цилиндр поршневые кольца прижимаются к нижней кромке канавок поршня и зеркалу гильзы, препятствуя проходу воздуха и не давая возможности установить зависимости между износом и показателями утечки воздуха.

При помощи пневматических калибраторов можно давать лишь сравнительную оценку технического состояния цилиндров. Эти приборы могут легко обнаруживать такие неисправности, как задир рабочей поверхности гильзы, поломка или закоксовывание поршневых колец, трещины в гильзе или на днище головки, прогорание прокладки, обгорание тарелки клапана и др.

В ГОСНИТИ Н. Т. Ивановым разработан способ оценки состояния отдельных цилиндров по разрежению, измеряемому с помощью вакуумметра при прокручивании коленчатого вала пусковым устройством. Этот способ значительно менее трудоемок по сравнению со способом компрессии и обладает высокой точностью.

Предельный износ плунжерных пар можно определить по давлению, развиваемому парой при пусковой частоте вращения коленчатого вала. По мере изнашивания плунжерной пары возрастают утечки топлива через зазоры, а следовательно, снижается максимальное давление, развиваемое плунжерной парой. Чем меньше частота вращения кулачкового вала насоса, тем больше связь между износом плунжерной пары и развиваемым ею давлением. К недостаткам данного метода относится невозможность прогнозирования остаточного ресурса плунжерной пары.

Известен также способ оценки износного состояния плунжерных пар по гидродинамическим параметрам процесса впрыска топлива контрольной форсункой, который основан на определении разности цикловых подач, измеряемых при пусковой и номинальной частотах вращения коленчатого вала. Чем больше изношена плунжерная пара, тем выше указанная разница. Это объясняется тем, что утечки топлива через зазоры при пусковой частоте вращения во много раз превышают утечки при номинальной частоте, и возрастают по мере изнашивания плунжерной пары. Основной недостаток данного метода — низкая точность, обусловленная влиянием на результаты измерений различных факторов: активного хо-

да плунжера, технического состояния нагнетательного клапана и пускового устройства, начала действия регулятора частоты вращения и др.

В ГОСНИТИ В. М. Габриелевым совместно с автором книги разработан экспресс-метод оценки износного состояния плунжерных пар, основанный на соотношении между продолжительностью впрыска топлива $\tau_{впр}$ и остаточным давлением в топливопроводе высокого давления $p_{ост}$ при тестовом воздействии на процесс топливоподачи путем изменения давления затяжки пружины и величины хода иглы распылителя контрольной форсунки. Сущность данного метода заключается в следующем.

Чтобы создать идентичные условия (исключить влияние на процесс топливоподачи различных факторов) и получить сопоставимые результаты диагностирования плунжерных пар при различной наработке, измерения проводят при двух значениях остаточного давления, устанавливаемых путем изменения параметров форсунки. Известно, что с увеличением $p_{ост}$ и зазоров в плунжерной паре утечки топлива возрастают. Как показали проведенные нами исследования, у новой плунжерной пары продолжительность и амплитуда импульса давления практически не зависят от величины $p_{ост}$, тогда как у изношенной плунжерной пары с увеличением $p_{ост}$ значения указанных параметров уменьшаются. Эта закономерность положена в основу предлагаемого экспресс-метода.

При диагностировании плунжерных пар описанным методом частота вращения кулачкового вала насоса должна быть вполне определенной, близкой к минимальной устойчивой. Контрольную форсунку подключают при помощи переключателя подачи топлива. Для регистрации измерительным прибором остаточного давления и продолжительности впрыска контрольная форсунка снабжена соответствующими измерительными преобразователями (давления и перемещения иглы распылителя).

Данный способ обладает высокой точностью и позволяет прогнозировать остаточный ресурс плунжерных пар.

Нарушение герметичности силового цилиндра (износ уплотнительного кольца) определяют по усадке штока или поршня под нагрузкой — грузом определенной массы или при создании определенного давления рабочей

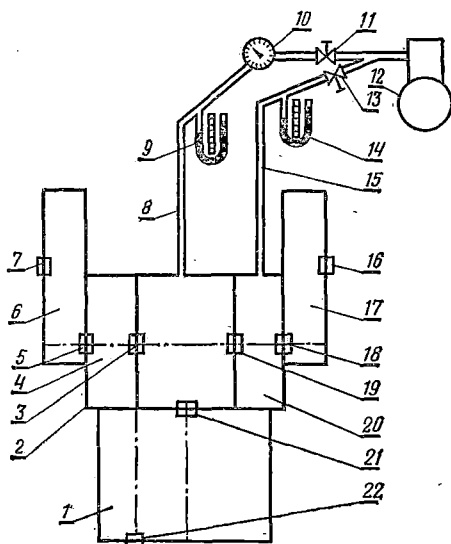


Рис. 41. Схема определения состояния уплотнений заднего моста гусеничного трактора:

1 — корпус коробки передач; 2 — картер заднего моста; 3, 5, 7, 16, 18, 19, 21, 22 — сальниковые уплотнения; 4, 20 — правый и левый отсеки муфты поворота; 6, 17 — конечные передачи; 8, 15 — трубопроводы с наконечниками для подсоединения к маслосливным горловинам; 9, 14 — пьезометры (дифференциальные манометры); 10 — расходомер; 11, 13 — дроссели; 12 — компрессор или баллон со сжатым воздухом.

жидкости в цилиндре с помощью насоса гидросистемы.

Одно из основных условий безотказной работы механизмов силовой передачи — надежная герметичность сальниковых уплотнений. Сотрудниками ГОСНИТИ И. Г. Дынгой и В. И. Свентицким разработан оригинальный метод раздельного определения состояния уплотнений корпусов, который заключается в следующем.

К маслосливной горловине диагностируемой полости (картера) подключают расходомер, через который подают воздух под определенным давлением, и по его расходу судят об общей герметичности уплотнений. Если расход воздуха превышает допускаемое значение, то проверяют герметичность каждого уплотнения в отдельности.

Чтобы определить состояние сальникового уплотнения 19 (рис. 41), отделяющего отсек 20 левой муфты поворота от картера 2 заднего моста, в полость отсека 20 подают воздух под тем же давлением, что и в картер 2, при одинаковых перепадах давления, контролируемых пьезометрами 9 и 14. С помощью расходомера 10 в обеих полостях измеряют расход воздуха, подаваемого в картер 2, и по разнице расходов определяют состояние уплотнения 19. Затем, присоединив трубопровод 15 к отсеку 4 правой муфты поворота, аналогичным образом проверяют состояние уплотнения 3 и т. д.

Преимущества описанного способа — возможность определения состояния каждого уплотнения в отдельности и своевременной замены вышедшего из строя уплотнения, недостаток — невысокая точность.

§ 4. Диагностирование дизелей по параметрам рабочих процессов

Под руководством Ю. К. Бобкова в ГОСНИТИ разработан метод диагностирования двигателей внутреннего сгорания по амплитудно-фазовым параметрам.

Состояние цилиндро-поршневой группы определяют по амплитудам пульсаций давления отработавших газов в картере при минимальной устойчивой частоте вращения коленчатого вала. Пульсации происходят вследствие чередования вспышек процессов горения топлива в цилиндрах. Фиксируя опорную точку, например момент прихода поршня первого цилиндра в в.м.т., и зная порядок работы цилиндров, по амплитуде пульсаций можно определить состояние каждого цилиндра в отдельности.

Состояние топливной аппаратуры оценивают по амплитудам пульсаций давления в топливопроводах высокого давления, фазам начала впрыска топлива по отношению к в.м.т. поршня первого цилиндра и продолжительности нарастания волны давления впрыска. Эти параметры позволяют определять давление затяжки пружины форсунки, величину и однородность подачи топлива, момент начала впрыска топлива каждой форсункой по отношению к в.м.т. (разницу углов опережения впрыска), износ прецизионных пар топливного насоса.

Состояние механизма газораспределения оценивают по амплитудам пульсаций воздуха и газов во впускном и выпускном коллекторах. По этим параметрам определяют фазы газораспределения, зазоры и герметичность клапанов, износ распределительного вала. Зная величину импульсов разрежения во впускном патрубке, можно также оценить состояние (сопротивление) воздухоочистителя.

Достоинства данного метода — малая трудоемкость и универсальность, недостатки — низкая точность (вследствие трудности разделения сигналов) и сложность измерительной аппаратуры.

А. В. Дерюгин (ГОСНИТИ) обосновал методы диагностирования составных частей дизелей, в частности топ-

ливной аппаратуры, по параметрам тепловых процессов. Им предложен метод определения угла опережения подачи топлива и давления затяжки пружины форсунки по средней температуре цикла, температуре отработавших газов и температуре внешней поверхности выпускной трубы. В качестве измерительных преобразователей используются хромель-копелевые и хромель-алюмелевые термопары, а в качестве измерительной аппаратуры — электронные автоматические потенциометры типа ЭПП.

Установлено, что при изменении момента начала подачи в сторону запаздывания средняя температура цикла снижается, а температура отработавших газов и внешней поверхности выпускной трубы возрастает. Это объясняется уменьшением периода задержки воспламенения и догоранием топлива на такте расширения. При чрезмерном увеличении угла опережения подачи происходит обратное явление: средняя температура цикла возрастает, а температура отработавших газов и внешней поверхности выпускной трубы уменьшается.

Достоинство данного метода — малая трудоемкость (при возможности установки термопар в камеры сгорания, т. е. при наличии свечей накаливания или специальных заглушек), недостаток — низкая информативность и точность в случае работы дизеля вхолостую. Для устранения этого недостатка необходимо иметь нагрузочное устройство.

К параметрам рабочих процессов также можно отнести содержание в отработавших газах продуктов неполного сгорания ($\text{CO} + \text{H}_2$) и дымность газов, которые определяют соответственно с помощью газоанализатора и дымомера. Неполнота сгорания топлива в большинстве случаев наблюдается при неисправностях и разрегулировке топливной аппаратуры и сопровождается снижением мощности и топливной экономичности двигателя.

Ввиду малой трудоемкости диагностирования двигателей по указанным параметрам сначала определяют процентное содержание в отработавших газах продуктов неполного сгорания или дыма. Если значения этих параметров выходят за допускаемые пределы, проводят углубленное диагностирование — определяют мощностные и топливные показатели.

§ 5. Виброакустические методы диагностирования

Сущность виброакустических методов диагностирования заключается в следующем.

Во время работы машины движение деталей сопровождается их соударениями, в результате которых по механизмам распространяются упругие колебания. Эти колебания называют структурным шумом в отличие от воздушного шума, возбуждаемого механизмами в окружающей среде. По мере изнашивания механизмов или при возникновении в них каких-либо дефектов нарушаются спроектированные кинематические связи между деталями, вследствие чего характер шума и вибрации изменяется. Это свойство используют для оценки технического состояния объектов по параметрам шума и вибрации.

Сигналы, возбуждаемые колебаниями работающих механизмов, носят импульсный характер. Энергия акустического сигнала возрастает с увеличением зазора между соударяющимися деталями. Поэтому амплитуда виброакустического сигнала может достаточно точно характеризовать состояние кинематической пары. Сигналы фиксируются измерительными преобразователями, устанавливаемыми для этой цели на корпусе объекта диагностирования, причем измерительный преобразователь воспринимает результирующие колебания, поступающие от всех механизмов системы.

Для оценки каждого сопряжения в отдельности необходимо такое разделение сигнала на составляющие, при котором каждая из них характеризовала бы техническое состояние определенного сопряжения или одной кинематической пары.

Известно несколько способов разделения сигналов: амплитудный, временной и частотный.

При *амплитудном разделении* в получаемой амплитуде вибраций необходимо знать соотношение полезного сигнала, идущего от интересующего нас сопряжения или кинематической пары, и сигналов помех, поступающих от других сопряжений системы. Чем больше отношение величины полезного сигнала к значениям сигналов помех, тем точнее результат измерения. С этой целью измерительный преобразователь устанавливают в том месте, где амплитуда полезного сигнала получается наибольшей.

При *временном разделении* сигналов системы исходят из положения, что их появление различно по времени. Например, сигналы, возникающие в верхней и нижней головках шатуна, чередуются в строгой последовательности с определенными промежутками времени между ними, обусловленными кинематикой указанного механизма и частотой вращения коленчатого вала.

Для *частотного разделения* сигналов необходимо знать частоту или период следования каждого из них. Частоты следования импульсов от соударений различных элементов, как правило, отличаются друг от друга. Например, энергия колебательного процесса от изменения положения поршня в цилиндре у дизеля СМД-14 находится в диапазоне 500...4000 Гц, а энергия от ударов поршневых колец о канавки поршня — в диапазоне 10 000...14 000 Гц.

Разложение сложного колебания на его составляющие называют спектральным разложением, или *спектральным анализом*. Сущность его заключается в том, что из общего колебательного процесса, порождаемого всеми элементами системы, поочередно выделяются полосы спектров колебаний с последующим определением энергии вибрации в каждой выделенной полосе. Разложение сложного колебания на составляющие проводится с помощью электронной аппаратуры — анализаторов спектра.

В качестве приемников вибраций обычно используют пьезоэлектрические преобразователи ускорений, преобразующие механические колебания сопряжений системы в электрические сигналы. Преобразование основано на появлении электрических зарядов на гранях некоторых кристаллических тел при воздействии на них механических сил. К таким телам относятся кристаллы кварца SiO_2 сегнетовой соли $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, дигидрофосфата аммония $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, а также керамические сплавы, в частности титанат бария BaTiO_3 и др.

Временное разделение сигналов называют *стробированием*. Стробатор — прибор, пропускающий через себя сигнал только в определенные промежутки времени. Сигналы, идущие вне этих промежутков, подавляются. При таком разделении сигналов полезный сигнал с преобразователя ускорения вибрации подается на усилитель, откуда поступает в стробатор, а затем в регистрирующее устройство. Стробатор обеспечивает подклю-

ние усилителя к регистрирующему устройству в определенные моменты времени, которые отсчитывают относительно какого-либо опорного события, происходящего в механизме, например относительно момента достижения поршнем верхней мертвой точки.

После каждого соударения деталей возбуждаются упругие колебания, которые в большинстве случаев не успевают затухать до нового соударения, поэтому сигналы накладываются друг на друга во времени, и стробатор не может их разделить. Тем не менее он позволяет существенно повысить долю энергии полезного сигнала данной кинематической пары.

Приблизительно оценивать состояние системы можно по измеренным в отдельных ее точках общим уровням вибраций в долях ускорения силы тяжести g ($9,8 \text{ м/с}^2$) или в децибеллах (дБ). Для измерения общего уровня вибрации применяют пьезоэлектрический измеритель ускорений ПИУ-1М с пьезоэлектрическим преобразователем ускорений ПДУ-1 или ИС-313. Шкала прибора проградуирована в долях g . Для записи общих уровней вибрации во времени к прибору ПИУ-1М подключают осциллограф.

Для оценки технического состояния отдельных сопряжений системы по вибрационным колебаниям необходимо провести спектральный анализ этих колебаний, позволяющий выявить их причины, а также определить, в каких диапазонах частот изменяется энергия вибрации в зависимости от параметров состояния проверяемого сопряжения.

Оценивать техническое состояние отдельных сопряжений по вибрационным характеристикам можно при помощи комплекса электронных приборов, соединенных в общую блок-схему.

В качестве примера на рисунке 42 показан один из наиболее простых вариантов блок-схемы электронных приборов для спектрального анализа вибраций. Механические колебания, воспринимаемые измерительным преобразователем ускорений ИП, преобразуются в электрический сигнал, который усиливается усилителем и поступает на вход анализатора. Последним поочередно выделяются гармоники (составляющие) колебаний в исследуемой полосе частот и в виде напряжения, получаемого на выходе, подаются на вход квадратора, который на выходе дает значение энергии (квадрата напряже-

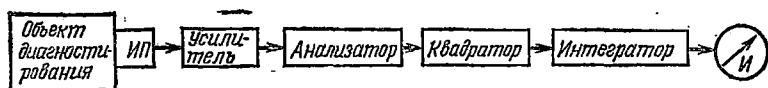


Рис. 42. Блок-схема электронных приборов для спектрального анализа вибраций (ИП — измерительный преобразователь, И — измерительный прибор).

ния) выделенной полосы спектра. Сигнал от квадратора подается на вход интегратора, дающего на выходе среднюю мощность вибраций исследуемого диапазона частот за определенный промежуток времени. Указанная мощность определяется по шкале измерительного прибора И. При подключении к выходу усилителя электронно-лучевого осциллографа можно визуально наблюдать и контролировать колебательный процесс.

К аппаратуре для анализа вибраций предъявляются высокие требования: соблюдение заданного температурного режима работы аппаратуры, надежная экранизация соединительных кабелей от помех, стабильность характеристик блок-схемы во времени и их линейность на всем диапазоне частот, быстрый прогрев аппаратуры до рабочих режимов и др. Техническое состояние составных частей машины по виброакустическим параметрам следует проверять на таких режимах работы, при которых характеристики процессов проявлялись бы в наиболее чистом виде, с наименьшим влиянием помех со стороны непроверяемых сопряжений. Например, для уменьшения сигналов помех при контроле состояния деталей кривошипно-шатунного механизма в каком-либо цилиндре рекомендуется на время проверки выключать из работы соседние цилиндры.

Как показывает анализ научно-исследовательских работ, методы виброакустической диагностики до сих пор окончательно не разработаны. Сложность здесь заключается в отсутствии надежных методов разделения полезных сигналов и сигналов помех, порождаемых различными сопряжениями контролируемой системы. В этом направлении еще предстоит провести теоретические и экспериментальные исследования.

§ 6. Методы оценки качества нефтепродуктов

Надежность и долговечность сельскохозяйственной техники в значительной мере зависит от качества нефте-

продуктов. При небрежном транспортировании и хранении нефтепродуктов в них попадают вода и механические примеси, которые, соприкасаясь с трущимися поверхностями, приводят к преждевременному выходу из строя составных частей машин.

Присутствие воды и механических примесей в дизельном топливе вызывает преждевременный износ и выход из строя прецизионных пар топливного насоса и форсунок, снижение подачи топлива, изменение момента начала подачи в сторону запаздывания, ухудшение качества распыливания топлива. Все это нарушает процесс смесеобразования топлива, снижает мощность и топливную экономичность дизеля. При температуре топлива ниже 0°C находящиеся в нем частицы воды замерзают и в виде мелких кусочков льда забивают топливопроводы, затрудняя пуск дизеля в зимнее время.

Механические примеси, содержащиеся в маслах и консистентных смазках, абразивно действуют на трущиеся поверхности, вызывая усиленное их изнашивание и преждевременный выход из строя. При наличии воды в маслах и смазках трущиеся поверхности подвергаются коррозии.

Чтобы избежать нежелательных явлений, при поступлении топлива, масел и смазок в хозяйство необходимо проверять их качество с помощью переносных лабораторий ПЛ-2М и РЛ или путем внешнего осмотра, фильтрования, подогрева.

Наличие в топливе или масле механических примесей можно определить фильтрованием или отстаиванием взятой пробы. При проверке фильтрованием в чистую стеклянную посуду заливают стакан проверяемого нефтепродукта. В дизельное топливо добавляют 1...1,5 стакана, а в масло — 2...3 стакана чистого бензина, смесь взбалтывают и пропускают через бумажный или матерчатый фильтр. Затем фильтр тщательно промывают чистым бензином и просушивают в течение 10...15 мин. Если топливо или масло чистое, то на фильтре остается едва заметное желтое пятно. Если же в нефтепродукте имеются механические примеси, то пятно будет темным. Чем грязнее нефтепродукт, тем темнее пятно на фильтре.

Механические примеси в бензине выявляются путем отстаива пробы в чистой прозрачной посуде в течение 1,5...2 ч или по пятну после высыхания бензина, налитого на бумагу или стекло.

Механические примеси в солидоле обнаруживают растиранием небольшой порции солидола между пальцами.

Чтобы определить, имеется ли вода в дизельном топливе или бензине, взятую пробу наливают в чистую и сухую стеклянную посуду и взбалтывают. Топливо, содержащее воду, мутнеет, а после 1...2 ч отстаивания на дне посуды появляются капли воды. Если топливо залито в резервуар, то для проверки несколько кристаллов марганцевокислого калия завязывают в марлю и, прикрепив к лоту, опускают на дно резервуара. При наличии в топливе воды марля окрасится в розово-фиолетовый цвет.

Чтобы убедиться, нет ли воды в масле, небольшую порцию масла наливают в чистую пробирку на $\frac{1}{3}$ объема. Затем пробу медленно нагревают на керосинке или спиртовой горелке. Масло, содержащее воду, при температуре 100°C вспенивается, а на холодной части пробирки собираются капли влаги.

Описанными способами проводят входной контроль нефтепродуктов. Ими также можно пользоваться для оценки качества используемого масла.

Более точно содержание воды в масле можно найти с помощью прибора ИКС-29.

Сотрудником ГОСНИТИ Н. М. Хмелевым предложен способ оценки качества используемого моторного масла, который основан на определении содержания присадки и механических примесей в пробе масла, наносимой на фильтровальную бумагу, по характеру распределения компонентов и цвету ядра. Пробу масла берут с помощью масломерной линейки при работающем дизеле и наносят ее по одной капле в 3...4 местах на фильтровальную бумагу, уложенную на специальное приспособление, которое состоит из прозрачного диска с делениями, крышки и корпуса. Затем устанавливают приспособление горизонтально на какую-либо нагретую поверхность, например верхний бак радиатора.

Через 10 мин снимают приспособление с нагретой поверхности и, пользуясь делениями, нанесенными на его стекле, измеряют диаметры пятна, концентрических колец и ядра. Содержание присадки находят путем деления диаметра масляного пятна на диаметр внутреннего кольца, а содержание механических примесей — делением диаметра внутреннего кольца на диаметр ядра. Чем

больше значение полученных коэффициентов и чем темнее цвет ядра, тем хуже качество масла.

Описанный способ оценки качества моторного масла является ориентировочным, так как результаты анализа пробы зависят от вязкости масла, температуры поверхности нагрева и других факторов.

§ 7. Спектрографический метод определения содержания продуктов износа в масле

Спектрографический метод в нашей стране и за рубежом получает все более широкое применение для технического диагностирования машин. Он основан на определении содержания продуктов износа в пробе масла путем разложения на отдельные спектры их излучений, происходящих под действием вольтовой дуги. Спектры фотографируют и затем расшифровывают полученные спектрограммы или обрабатывают при помощи счетно-решающих устройств.

Спектрографический метод позволяет определять в маслах содержание любых элементов, применяемых в машиностроении. Время анализа одной пробы в современных автоматизированных установках длится 3...4 мин. Такую установку могут обслуживать 1...2 человека.

Спектрографический метод выполняется по двум вариантам: 1) с озолением пробы масла и последующим определением содержания в нем продуктов износа по составу золы; 2) непосредственным анализом жидкой пробы.

В первом случае навеску масла в 5...10 г озоляют сжиганием в тигле и затем остаток прокаливают в муфельной печи при температуре 600...800°С до полного удаления сажи. Полученную золу смешивают с тремя или более частями массы порошкообразного графита и фтористого лития; затем тщательно растирают смесь в агатовой ступке и заполняют ею кратер, имеющийся в нижнем электроде 1 (см. рис. 38, а) генераторной установки.

При включении генератора между верхним и нижним электродами возникает вольтова дуга. Вследствие этого содержимое кратера испаряется, создавая свечение, которое сначала направляется в спектральный прибор, а затем в регистрирующее устройство.

Для количественной оценки концентрации определяемых элементов готовят эталоны из окислов таких же элементов, разбавляя их порошком графита и фтористого лития в определенной пропорции.

При озолении проб достигается высокая точность и универсальность диагностирования. Такой способ получил широкое распространение при стендовых износных испытаниях двигателей, но вследствие большой трудоемкости и сложности предварительной обработки проб не применяется для диагностирования в условиях эксплуатации.

В настоящее время все большее распространение находит непосредственный спектральный анализ масел (без озоления проб), позволяющий значительно упростить и ускорить процесс. При этом наиболее перспективным считается анализ с использованием дискового электрода (см. рис. 38, б). Вращаясь с частотой $0,07...0,1 \text{ с}^{-1}$, электрод 5 увлекает из тигля масляную пленку и равномерно подает ее в дуговой разряд. Применение в качестве возбудителя дуги переменного тока и достаточно высокого напряжения позволяет приблизить точность этого способа к точности способа озоления и обеспечивает определение в масле концентраций элементов до $10^{-4}\%$.

Для внедрения спектрографического метода создаются специализированные лаборатории. Основным технологическим оборудованием такой лаборатории является фотоэлектрическая установка МФС-3, описанная в предыдущем разделе. Лаборатория укомплектовывается необходимым вспомогательным оборудованием и материалами.

Диагностирование составных частей машин спектрографическим методом включает следующие этапы работ: отбор и доставку проб масла в лабораторию, подготовку их к анализу, спектральный анализ масла, обработку результатов анализа, постановку диагноза и принятие соответствующего решения.

По результатам анализов строят графики зависимости интенсивности изнашивания объектов диагностирования от наработки. При резком нарастании износа в основных сопряжениях дается указание о постановке машины на ремонт.

Спектральный анализ масла позволяет определять техническое состояние впускного воздушного тракта и воздухоочистителя по содержанию в картерном масле

кремния. Резкое увеличение концентрации кремния в масле свидетельствует о попадании в двигатель пыли вследствие нарушения уплотнений во впускном тракте или предельного загрязнения воздухоочистителя.

Спектрографические лаборатории, созданные на базе установки МФС-3, имеются в некоторых районных производственных объединениях Госкомсельхозтехники СССР.

Современные автоматизированные спектрографические установки рассчитаны на массовое обслуживание машин, работающих в самых разнообразных условиях. При правильной организации спектрального анализа масел спектрографическая установка окупается в течение 4...6 месяцев за счет своевременного предупреждения отказов и значительного увеличения межремонтного срока службы агрегатов машин.

К недостаткам спектрографического метода следует отнести сравнительно невысокую точность и трудность раздельной оценки состояния трущихся сопряжений (деталей) одинакового химического состава. Погрешность метода составляет $\pm 10...15\%$.

Точность метода можно повысить путем увеличения межконтрольных сроков отбора проб масел. Например, моторное масло тракторов заменяют, как правило, при ТО-2 (через каждые 240 ч). Следовательно, пробы рекомендуется отбирать в указанные сроки. Увеличение сроков работы масел между спектральными анализами может повлечь за собой снижение надежности объектов диагностирования вследствие несвоевременной постановки диагноза.

В этой связи спектрографический метод рекомендуется применять для предварительной экспресс-оценки технического состояния объектов диагностирования, а для окончательной постановки диагноза пользоваться более точными методами. Например, если спектрографическим анализом установлено чрезмерное увеличение концентрации продуктов износа в моторном масле (особенно железа, хрома, меди, алюминия, олова), то следует дополнительно другими методами проверить состояние цилиндро-поршневой группы и зазоры в сопряжениях кривошипно-шатунного механизма.

§ 8. Диагностирование по мощностным и топливным показателям

Мощность и топливная экономичность дизелей — основные обобщенные технико-экономические (эксплуатационные) показатели самоходных машин.

В зависимости от условий испытания дизеля и наличия соответствующих приборов, приспособлений и оборудования применяют бестормозные, тормозные, парциальные и дифференциальные методы определения мощностных и топливных показателей.

Бестормозные методы находят широкое применение при испытаниях дизелей. Наиболее простой вариант бестормозной проверки мощности — использование механических потерь в выключенных цилиндрах в качестве нагрузки работающих цилиндров. Мощность отдельных цилиндров, работающих в режиме перегрузки, определяют по частоте вращения коленчатого вала. Этот метод разработан в Ленинградском сельскохозяйственном институте (ЛСХИ) под руководством проф. Н. С. Ждановского. Его применяют для определения мощностных показателей четырехцилиндровых дизелей.

Для осуществления указанного метода, кроме номинальной эксплуатационной мощности, которая приводится во всех руководствах по эксплуатации тракторов, необходимо знать номинальное и фактическое значения частоты вращения коленчатого вала при работе на одном цилиндре и размерный коэффициент пропорциональности. Номинальную частоту вращения и коэффициент пропорциональности устанавливают для дизеля данной марки экспериментально.

Возможности бестормозных методов расширяются при применении догрузочных устройств, которые позволяют осуществлять бесступенчатое регулирование нагрузки, а значит, устанавливать необходимый нагрузочный режим (соответствующий 100%-ной мощности). Догружать работающие цилиндры до максимальной подачи топлива можно путем дросселирования цилиндровых газов на выпуске, дросселирования масла в гидросистеме трактора, частичного выключения одного или нескольких работающих цилиндров и другими методами.

Автором книги разработан бестормозной метод определения мощности и оценки топливной экономичности

дизелей по эффективному расходу топлива — разности расходов, измеренных при максимальной подаче и на холостом ходу. Закономерность изменения расхода топлива в функции мощности практически не зависит от технического состояния дизеля. При различных неисправностях кривые расхода топлива в функции мощности могут располагаться выше или ниже одна относительно другой, но расстояние между ними при всех нагрузках в пределах регуляторных ветвей характеристик практически остается неизменным.

Как показал анализ полученных графиков, в диапазоне изменений мощности, наблюдаемом при рядовой эксплуатации тракторов, зависимость расхода топлива от мощности дизеля выражается следующей степенной функцией:

$$G_{TN} = G_{Tx} + bN_{e\max}^a, \quad (36)$$

где G_{TN} и G_{Tx} — расход топлива соответственно при максимальной мощности и на холостом ходу; $N_{e\max}$ — максимальная мощность дизеля; b — эмпирический коэффициент, характеризующий наклон кривой $G_T = f(N_e)$; a — безразмерный эмпирический коэффициент (показатель степени), характеризующий кривизну кривой $G_T = f(N_e)$.

Значения коэффициентов a и b для однотипных дизелей постоянны. Их определяют путем статистической обработки результатов контрольных испытаний дизелей.

Таким образом, чтобы определить мощность дизеля, достаточно измерить расход топлива на холостом ходу и при максимальной подаче. Из формулы (36) получим:

$$N_{e\max} = \left(\frac{G_{TN} - G_{Tx}}{b} \right)^{\frac{1}{a}} = \left(\frac{\Delta G_{TN}}{b} \right)^{\frac{1}{a}}. \quad (36a)$$

Ввиду того, что коэффициенты a и b дробные, при подсчете мощности требуется логарифмирование. Чтобы облегчить эту задачу, строят номограмму или составляют таблицу, задаваясь значениями ΔG_{TN} в диапазоне изменений мощности дизеля, наблюдаемых при эксплуатации тракторов.

Описанный метод обладает значительными преимуществами по сравнению с известными методами бестормозных испытаний двигателя внутреннего сгорания, так как он более точен и позволяет не только определять

мощность, но и оценивать топливную экономичность испытуемого дизеля.

В Сибирском институте механизации и электрификации сельского хозяйства (СиБИМЭ) разработан бестормозной метод определения мощности дизелей на неустановившихся переходных режимах при нагружении проверяемых цилиндров за счет механических потерь самого дизеля. Этот метод основан на измерении углового ускорения коленчатого вала в режиме свободного разгона, осуществляемого путем резкого повышения частоты вращения на холостом ходу с минимальной устойчивой до максимальной. Чем больше мощность, тем быстрее возрастает частота вращения коленчатого вала. Эффективную мощность определяют по угловому ускорению, измеряемому за определенный промежуток времени в интервале номинальной частоты вращения.

Кратко изложим сущность метода СиБИМЭ.

Как известно, ускорение коленчатого вала во время разгона прямо пропорционально эффективному крутящему моменту и обратно пропорционально моменту инерции вращающихся частей:

$$j = \frac{M_k}{J}, \quad (37)$$

где j — угловое ускорение коленчатого вала, $1/c^2$; M_k — эффективный крутящий момент двигателя, Н·м; J — приведенный момент инерции движущихся частей, Н·м·с².

Приведенный момент инерции движущихся частей конкретного двигателя приблизительно можно считать постоянной величиной. Поэтому, измерив ускорение, по приведенной формуле можно определить крутящий момент двигателя. Чтобы определить мощность, необходимо крутящий момент умножить на частоту вращения коленчатого вала, т. е.

$$N_e = \frac{M_k n}{9550}, \quad (38)$$

где N_e — мощность двигателя, кВт; n — частота вращения коленчатого вала, c^{-1} .

Для измерения углового ускорения и частоты вращения коленчатого вала в кожухе маховика против зубчатого венца устанавливают индукционный измерительный преобразователь, который при вращении коленчатого вала (маховика) вырабатывает электрические импульсы. Чем быстрее вращается коленчатый вал, тем

чаще проходят зубья венца маховика мимо измерительного преобразователя и, следовательно, чаще следуют электрические импульсы, поступающие в измерительный прибор.

Перед измерением мощности устанавливают минимальную устойчивую частоту вращения коленчатого вала. Затем резко переводят рычаг управления двигателем на максимальный скоростной режим, вследствие чего частота вращения начнет возрастать. Счетчик, находящийся в измерительном приборе, отсчитывает приходящие электрические импульсы, и, как только частота их поступления в счетчик станет соответствовать номинальной частоте вращения, в приборе включается второй счетчик, который измеряет ускорение (изменение скорости) маховика в данный момент. Полученное ускорение прибор умножает на приведенный момент инерции, номинальную частоту вращения коленчатого вала и постоянный коэффициент. В результате прибор показывает мощность, которую развивает двигатель.

Преимущество описанного метода — малая трудоемкость, недостаток — сравнительно высокая погрешность определения мощности и сложность измерительной аппаратуры. Для установки измерительного преобразователя в кожухе маховика необходимо просверлить отверстие и нарезать в нем резьбу.

При определении мощности дизелей с газотурбинным наддувом (ГТН) методами Н. С. Ждановского, СибИМЭ и автора книги возможны большие погрешности, обусловленные зависимостью соответствующих исходных данных (частоты вращения при работе на одном цилиндре, углового ускорения коленчатого вала и коэффициентов a и b) от давления наддува и расхода топлива.

Для выявления источников погрешности при определении мощности дизелей с газотурбинным наддувом используют график изменения расхода топлива в функции мощности дизеля (рис. 43). Кривая 1 построена для случая пониженного давления наддува, а кривая 2 — для случая номинального давления.

Кривая 2 плавно загибается вверх при увеличении расхода топлива. Это объясняется ухудшением процесса смесеобразования и горения топлива вследствие уменьшения коэффициента избытка воздуха. Кривая 1 начинает загибаться вверх при меньших значениях расхода топлива. Это объясняется еще большим уменьшением

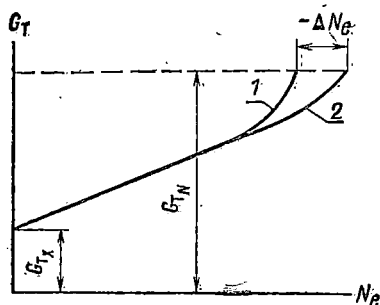


Рис. 43. Графики зависимости массового расхода топлива от эффективной мощности дизеля с ГТН (при пониженном (1) и номинальном (2) давлении наддува).

коэффициента избытка воздуха в данном случае вследствие более низкого давления наддува при прочих равных условиях.

Если определять мощность дизеля с газотурбинным наддувом по формуле (36, а), то, как видно из графика, погрешность определения мощности равна $-\Delta N_e$ (мощность окажется завышенной по сравнению с ее действительным значением на величину ΔN_e).

В ГОСНИТИ Г. М. Ахмедов совместно с автором книги усовершенствовали

бестормозные методы испытания дизелей с ГТН путем дополнительного измерения давления наддува на холостом ходу. В этом случае мощность дизеля определяют по формуле:

$$N_{e_{\max}} = K_x N'_{e_{\max}}, \quad (39)$$

где $K_x = f(G_x, p_{K_x})$ — поправочный коэффициент; p_{K_x} — давление наддува, измеренное при работе дизеля вхолостую; $N'_{e_{\max}}$ — мощность дизеля, определяемая без учета поправки.

Введение в формулу (36, а) поправочного коэффициента позволяет снизить погрешность определения мощности дизелей с ГТН примерно в три раза.

Тормозные методы испытания дизелей основаны на применении нагрузочных устройств — тормозных установок, с помощью которых к коленчатому валу прикладывается необходимый момент сопротивления, препятствующий его вращению.

Различают механические, воздушные, гидравлические и электрические тормозные установки.

В механических тормозных установках для загрузки дизеля используют силу трения, возникающую между тормозным шкивом и фрикционной лентой. При этом работа трения преобразуется в тепло, которое необходимо отводить путем охлаждения шкива проточной водой.

В этом заключается один из существенных недостатков механического тормоза. Преимущество механического тормоза — простота конструкции.

Принцип действия воздушного тормоза основан на использовании в качестве нагрузки силы сопротивления воздуха, создаваемой лопастями. Ее регулируют заслонкой, установленной на впускном патрубке. Измерительным устройством служат обычные весы или шкала со стрелкой, шарнирно соединенная с балансирным редуктором. Воздушный тормоз не требует охлаждающих устройств, в этом его основное преимущество. Однако по сравнению с механическим тормозом он сложнее по устройству и более громоздок.

В гидравлическом тормозе в качестве нагрузки используется сила сопротивления жидкости (воды), помещенной между ротором и статором. Величина сопротивления зависит от уровня воды в статоре, который регулируется впускным и спускным кранами. При наличии в статоре жидкости ротор, вращаясь, увлекает за собой статор, который, поворачиваясь вокруг оси, передает тормозное усилие весовому механизму. Основной недостаток гидравлической тормозной установки — потребление большого количества воды, что возможно при наличии водопроводной сети или большого резервуара с охлаждающим устройством.

Электрический тормоз механическую энергию испытуемого дизеля преобразует в электрическую, которая превращается в тепло или же отводится в сеть. Получаемая тепловая энергия отдается в охлаждающую среду, а электрическая энергия расходуется потребителями. Электрические машины, применяемые в электротормозных установках, могут работать как в режиме генератора (при испытании дизеля), так и в режиме электродвигателя (при прокрутке испытуемого дизеля). Следовательно, электрические тормозные установки могут применяться не только для определения мощности дизеля, но и для пуска, обкатки, определения величины и характера механических потерь и др.

Гидравлические и электрические тормозные установки применяют в стационарных условиях.

Преимущества тормозных методов испытания дизелей по сравнению с бестормозными — более высокая точность и меньшая трудоемкость (при испытании дизелей без снятия с шасси тракторов), получаемая за счет

Для дизелей с газотурбинным наддувом метод оценки топливной экономичности по расходу топлива на холостом ходу неприемлем. Это объясняется тем, что $G_{тх}$ практически не зависит от давления наддува p_k , которое в условиях эксплуатации может изменяться в широких пределах. Изменение p_k влечет за собой изменение мощности и топливной экономичности.

По предложению Г. М. Ахмедова при бестормозных испытаниях дизелей с газотурбинным наддувом топливную экономичность оценивают по расчетному значению удельного расхода топлива g'_e с учетом давления наддува, измеренного на холостом ходу.

Расчетное значение удельного расхода топлива

$$g'_e = 10^3 \frac{G_{тн}}{\left(\frac{G_{тн} - G_{тх}}{b} \right)^{1/a}}, \quad (41)$$

где $G_{тн}$ — номинальный массовый расход топлива.

В данном случае удельный расход топлива с учетом поправки на давление наддува при работе дизеля вхолостую определяют по формуле:

$$g_e = K_x g'_e. \quad (42)$$

Для предварительной оценки топливной экономичности при бестормозных испытаниях дизелей коэффициент K_x рассчитывают, исходя из условия: $G_{тN} = G_{тн}$.

Качество ремонта дизелей можно оценивать по параметрам механических потерь: чем хуже качество ремонта (обработки деталей и сборки составных частей), тем, как правило, выше механические потери (технология определения механических потерь приведена в следующем разделе).

Техническое состояние силовой передачи и ходовой системы тракторов, а также рабочих органов комбайнов можно оценивать по мощности механических потерь, являющейся обобщенным параметром состояния. В условиях эксплуатации мощность механических потерь наиболее целесообразно определять по эффективному расходу топлива. Для этого измеряют расход топлива при работе дизеля вхолостую и при прокручивании дизелем механизмов объекта диагностирования, а мощность механических потерь определяют по формуле (36, а).

Контрольные вопросы

1. Перечислите субъективные методы диагностирования. Каковы их достоинства и недостатки?
2. Что такое прямое и косвенное диагностирование? Приведите примеры диагностирования по структурным параметрам.

3. Как определить герметичность отдельных уплотнений емкостей, разделенных перегородками?

4. Приведите примеры диагностирования дизелей по параметрам рабочих процессов.

5. В чем заключается сущность виброакустических методов диагностирования?

6. Какие способы разделения акустических сигналов вы знаете? В чем заключается их физическая сущность?

7. Как определить наличие в нефтепродуктах механических примесей и воды?

8. Какие методы спектрального анализа масел вы знаете?

9. Укажите достоинства и недостатки спектрографического метода определения содержания продуктов износа в работавшем масле.

10. На какой закономерности основан метод определения мощности и оценки топливной экономичности дизелей по эффективному расходу топлива?

11. В чем заключается сущность бестормозного метода определения мощности дизелей по ускорению коленчатого вала в момент свободного разгона?

12. Как повысить точность определения мощности дизелей с газотурбинным наддувом бестормозными методами?

13. Как оценить топливную экономичность дизелей со свободным впуском и с газотурбинным наддувом по результатам испытания на холостом ходу?

Глава III

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МАШИН

§ 1. Принципы разработки методов и средств диагностирования

При оценке технического состояния тракторов и сельскохозяйственных машин применяют различные методы диагностирования (рис. 44).

В настоящее время для технического диагностирования пользуются в основном измерительными приборами, инструментами и приспособлениями. Наибольшее распространение получили механические, гидравлические, пневматические и электрические средства измерений. В некоторых случаях используют виброакустические и фотоэлектрические средства. Радиоизотопные и рентгеновские средства применяются главным образом при проведении научно-исследовательских работ.

Большое разнообразие методов и средств диагностирования вызвано значительной трудоемкостью выполнения диагностических работ при недостаточно высокой точности и достоверности результатов диагностирования.

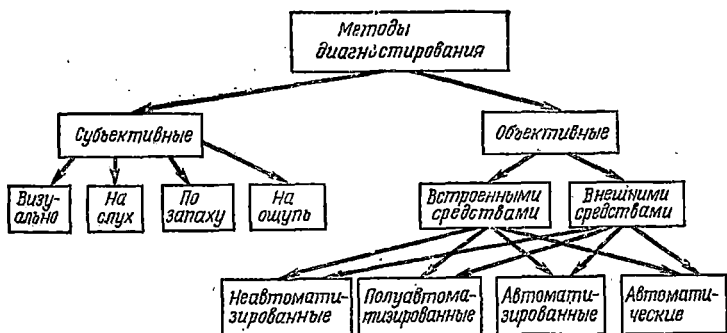


Рис. 44. Классификация методов диагностирования.

Наиболее перспективными в этом отношении являются диагностические системы, объединяющие в единый приборный комплекс несколько отдельных приборов и измерительных преобразователей. Однако простое механическое соединение их в единый комплекс не дает желаемых результатов, а, наоборот, еще больше повышает трудоемкость диагностирования и снижает его эффективность.

Создание диагностических систем возможно только на базе средств электроники, позволяющих различные выходные параметры представлять в виде единого, универсального параметра — электрического сигнала, обрабатывать этот сигнал при помощи электронных счетно-решающих устройств и в готовом виде выдавать результаты диагностирования, т. е. автоматически ставить диагноз.

Под *системой диагностирования* понимают совокупность методов и средств диагностирования, обеспечивающих поиск неисправностей, определение и оценку технического состояния объекта диагностирования, прогнозирование ресурса безотказной работы объекта и выдачу рекомендаций по устранению неисправностей.

Все системы диагностирования подразделяются на четыре основные категории: неавтоматизированные, полуавтоматизированные, автоматизированные и автоматические системы.

Неавтоматизированные системы имеют многочисленную и громоздкую аппаратуру, обычно включающую отдельные измерительные приборы, приспособ-

ления и инструменты, работой которых управляет оператор (мастер-диагност). При использовании таких систем оператор основную часть времени затрачивает на выполнение различных работ по управлению средствами измерений. Процесс диагностирования чрезвычайно трудоемок, а его результаты часто бывают недостоверными, так как зависят от опыта и квалификации оператора.

Полуавтоматизированные системы наряду с обычными средствами измерений имеют устройства, автоматически выполняющие часть работ. Оператор, проводящий диагностирование, может включить их или выключить, но не может изменить процесс выполнения ими заранее установленного цикла проверки.

Полуавтоматизированные системы позволяют намного сократить время диагностирования и объем ручных работ, а также повысить точность и достоверность получаемых результатов.

Автоматизированные системы состоят из устройств, обеспечивающих автоматическую оценку технического состояния объектов диагностирования. Работа таких систем требует незначительного вмешательства оператора, так как весь цикл проверки проходит по заранее подготовленной программе. Роль оператора по существу сводится к выбору режимов работы системы и проверяемого объекта.

В автоматических системах действия оператора заключаются лишь во включении системы в начале проверки и выключении ее после выполнения всего объема диагностических работ.

Автоматизированная и автоматическая системы, как правило, включают в себя следующие составные части: измерительные преобразователи, преобразующие значения выходных параметров объекта диагностирования в электрические сигналы различной частоты, фазы, амплитуды; усилители электрических сигналов, снимаемых с первичных преобразователей; блок разделения электрических сигналов в соответствии с разработанной программой диагностирования; блок измерения параметров электрических сигналов; блок анализа и сравнения измеряемых сигналов с эталонами, хранящимися в блоке памяти; блок выдачи результатов диагностирования в виде номинальных, допускаемых или предельных значений

параметров состояния объекта диагностирования. Кроме того, в автоматической системе имеется устройство, которое управляет всеми перечисленными блоками и определяет порядок их работы.

Автоматизированные и автоматические диагностические системы позволяют использовать сравнительно небольшое количество измерительных преобразователей и соответственно требуют мало времени на вспомогательные работы. Они обеспечивают незначительную трудоемкость, а также высокую достоверность и точность измерений. Над созданием таких систем диагностирования машин работают многие коллективы как в нашей стране, так и за рубежом.

Из всех известных методов диагностирования наиболее универсальны виброакустические методы и спектрографический метод определения содержания продуктов износа в работающих маслах. Они позволяют не только унифицировать диагностические комплекты, но и автоматизировать процесс диагностирования.

При разработке методов и средств диагностирования должны учитываться следующие требования: достаточная точность измерений параметров состояния, простота конструкции, удобство пользования и небольшая трудоемкость диагностирования, универсальность (измерение возможно большего количества параметров), высокая унификация (использование стандартных измерительных преобразователей, приборов и их составных частей), транспортабельность, высокая надежность и удобство обслуживания.

§ 2. Требования к перспективным методам и средствам диагностирования

Перспективные методы и средства диагностирования сельскохозяйственной техники по назначению, области применения, конструкции, техническим показателям должны удовлетворять требованиям, обусловленным особенностями эксплуатации, технического обслуживания и ремонта машин.

С каждым годом повышаются показатели надежности поставляемой сельскому хозяйству техники, растет ресурс новых и отремонтированных машин, сокращается число капитальных ремонтов, повышается роль текущих ремонтов, выполняемых по потребности (агрегатным ме-

тодом). Повышение надежности машин позволило увеличить периодичность технического обслуживания и тем самым снизить число трудоемких плановых работ, таких, как регулировка подшипников силовой передачи, смазка трущихся сопряжений, замена масел и др. Наряду с этим резко возросла трудоемкость диагностирования и достигла в настоящее время 40% общей трудоемкости технического обслуживания.

Увеличение объема диагностических работ связано с усложнением конструкции тракторов, комбайнов и других машин, повышением их производительности и энергонасыщенности, переходом на систему обслуживания и ремонта по состоянию. Простои этих дорогостоящих высокопроизводительных машин на техническом обслуживании и ремонте влекут за собой увеличение эксплуатационных издержек. Поэтому мероприятия, направленные на обеспечение своевременной проверки технического состояния и предотвращение простоев машин по техническим причинам, будут иметь в дальнейшем еще большее значение.

В связи с автоматизацией сельскохозяйственного производства в перспективе значительно возрастет потребность в информации о техническом состоянии составных частей машин, причем очень важно повысить ее объем, точность и оперативность. Поэтому перспективные методы и средства диагностирования должны характеризоваться высокой точностью измерений, малой трудоемкостью диагностирования, небольшими издержками на диагностирование и получение информации о состоянии машин.

Процесс диагностирования можно представить в виде ряда последовательных этапов: присоединение первичных преобразователей и подключение измерительных приборов к объекту; установление необходимых режимов работы, включая тестовое воздействие; измерение параметров состояния; обработка результатов измерений; сравнение полученных данных с допускаемыми величинами; постановка диагноза и вычисление остаточного ресурса составных частей, выход из строя которых обуславливает капитальный ремонт объекта диагностирования; принятие решения об объемах и видах технического обслуживания и ремонта; отключение измерительных приборов и снятие измерительных преобразователей.

Быстрое и оперативное выполнение перечисленных ра-

бот возможно при условии широкого использования электронных средств измерений и их автоматизации. Особое значение имеет применение универсальных методов диагностирования — виброакустического и спектрографического. В первом случае для измерения нескольких десятков параметров состояния требуется присоединение 2...3 первичных преобразователей, а во втором — взятие пробы масла при единой в том и другом случае аппаратурной реализации съема и обработки информации.

Недостаточная приспособленность сельскохозяйственной техники к диагностированию в значительной мере снижает эффективность методов и средств измерений параметров состояния.

§ 3. Обеспечение контролепригодности объектов диагностирования

В настоящее время основная причина чрезвычайно высокой трудоемкости диагностирования тракторов и других сложных машин — неудобство подключения и демонтажа измерительных преобразователей. Время, затрачиваемое на подготовку объекта к диагностированию, включая монтаж и демонтаж измерительных преобразователей, составляет 60...80% общего (оперативного) времени на диагностирование в целом.

В ГОСНИТИ и других организациях ведутся исследования по разработке автоматизированных диагностических систем, внедрение которых позволит резко повысить производительность средств диагностирования и снизить трудоемкость диагностирования при условии значительного уменьшения времени на присоединение и снятие измерительных преобразователей. Однако нельзя решить эту задачу только за счет совершенствования методов и средств диагностирования. Нужны соответствующие конструктивные доработки выпускаемых машин. Поэтому возникла необходимость разработать обоснованные требования к контролепригодности выпускаемых и вновь создаваемых тракторов и другой сложной сельскохозяйственной техники.

Оперативная трудоемкость t диагностирования состоит из основной и вспомогательной трудоемкости и характеризуется затратами труда в заданных условиях на одно диагностирование машины, определяемыми ее конструктивными особенностями и техническим состоянием.

Основная трудоемкость t_0 характеризуется затратами труда на непосредственное диагностирование (измерение параметров состояния), а вспомогательная t_b — затратами труда на подготовку объекта диагностирования, установку и снятие измерительных преобразователей и приборов.

Тогда оперативная трудоемкость диагностирования

$$t = t_0 + t_b. \quad (43)$$

Отношение основной трудоемкости к оперативной называют *коэффициентом доступности* объекта диагностирования:

$$K_d = \frac{t_0}{t_0 + t_b} = \frac{t_0}{t}. \quad (44)$$

Чем больше K_d , тем лучше контролепригодность объекта диагностирования. Сокращение трудоемкости в 3...5 раз обеспечивает переход к автоматизированному диагностированию, а в 5...10 раз — к автоматическому.

Повышение контролепригодности машин может быть осуществлено путем выполнения следующих конструктивных мероприятий: улучшения доступности и удобства выполнения работ; обеспечения универсальности мест для присоединения того или иного измерительного преобразователя; применения встроенных измерительных преобразователей, указателей, сигнализаторов, бортовых средств измерений.

Обеспечение универсальных присоединительных мест в виде участков с гладкой поверхностью, резьбовыми отверстиями, заглушками позволит уменьшить объем вспомогательных работ по установке и демонтажу измерительных преобразователей и средств измерений. Благодаря встроенным измерительным преобразователям уменьшается время на вспомогательные работы.

Встроенные указатели, часть которых выполняют из прозрачного материала, в основном применяют для контроля уровня масла, топлива, охлаждающей жидкости. Встроенные сигнализаторы различной конструкции (сигнальные лампочки, окрашенные поплавки и др.) оповещают визуально, звуковым или иным способом о превышении параметров или признаков состояния допускаемого значения (засоренности воздухоочистителя, загрязнения масляного фильтра, чрезмерного снижения давления, увеличения или уменьшения температуры, разрядки аккумуляторной батареи и др.).

§ 4. Минимизация удельных издержек на диагностирование

Один из основных обобщенных критериев совершенства методов и средств измерений, а также приспособленности сельскохозяйственной техники к диагностированию — *суммарные удельные издержки*, представляющие собой отношение средних суммарных издержек диагностирования к суммарной наработке объекта за один и тот же период эксплуатации.

Суммарные удельные издержки складываются из следующих затрат: на улучшение контролепригодности машин в целях снижения трудоемкости диагностирования; на совершенствование, универсализацию и унификацию методов и средств диагностирования; повышение надежности и стабильности показаний средств измерений; снижение погрешности измерений; создание диагностических систем и их автоматизацию.

Элементы удельных издержек должны окупаться в кратчайшие сроки за счет резкого повышения эффективности диагностирования и достижения минимума суммарных удельных издержек после окончания срока окупаемости усовершенствованных методов и средств диагностирования (возмещения затрат на капитальные вложения).

Улучшение контролепригодности в основном позволяет снизить трудоемкость вспомогательных работ, таких, как постановка и снятие измерительных преобразователей. Трудоемкость и погрешность измерения параметров состояния уменьшаются главным образом за счет совершенствования методов и средств диагностирования. Однако при этом возрастают суммарные издержки на диагностирование. Одновременно увеличивается наработка за один и тот же период эксплуатации (за счет повышения надежности и безотказности объекта диагностирования). При сравнительно небольших затратах на совершенствование методов, средств и объектов диагностирования удельные издержки на единицу наработки уменьшаются. Иными словами, в этом случае наработка увеличивается более быстрыми темпами, чем суммарные издержки на диагностирование. Наконец наступает такой момент, когда увеличение суммарных издержек диагностирования становится экономически нецелесообразным вследствие того, что темп роста этих за-

трат начинает опережать темп роста наработки, т. е. начинается увеличение суммарных удельных издержек.

Следовательно, при совершенствовании методов, средств и объектов диагностирования необходимо стремиться к тому, чтобы в конечном счете достичь минимума суммарных издержек на единицу наработки.

§ 3. Перспективы развития методов и средств диагностирования

В последние годы ГОСНИТИ, ЛСХИ, СибИМЭ и другими научно-исследовательскими организациями и учебными заведениями проведена значительная работа по разработке методов диагностирования при помощи механических, гидравлических, пневматических и электрических средств измерений. Ведутся также работы по созданию и внедрению электронных приборов. Поставлены на производство передвижная диагностическая установка КИ-4270А ГОСНИТИ, комплект линейной службы КИ-13905 ГОСНИТИ, стационарный комплект КИ-5308А ГОСНИТИ, передвижные ремонтно-диагностические мастерские МПР-817Д ГОСНИТИ и МПР-9924 ГОСНИТИ, переносной комплект приборов КИ-13901 ГОСНИТИ, диагностическая установка КИ-4935 ГОСНИТИ, стенд для диагностирования энергонасыщенных колесных тракторов КИ-4827 ГОСНИТИ, комплект стендов для диагностирования автомобилей, в том числе мотор-тестер КИ-5524 ГОСНИТИ, электронные приборы ЭМДП (ЛСХИ), ИМД-2М (СибИМЭ) и др.

Широкое внедрение различных методов и средств диагностирования при эксплуатации сельскохозяйственной техники показало их большую эффективность: значительно снизились простои машин вследствие их неисправностей, увеличилась межремонтная наработка, уменьшилось число капитальных ремонтов, повысились производительность и экономичность машинно-тракторных агрегатов. Выявлены и серьезные недостатки применяемых в настоящее время средств диагностирования. Наиболее существенные из них — большое разнообразие приборов и приспособлений и значительная трудоемкость диагностирования. Вместе с тем по причине необеспеченности сельского хозяйства перечисленными средствами диагностированию подвергается только 20... 25 % машинно-тракторного парка.

В ближайшее время наряду с увеличением производства простых средств диагностирования предстоит решить задачу по созданию диагностического оборудования с электронными средствами измерений, а также перспективного оборудования, позволяющего полностью автоматизировать процесс диагностирования.

Ведутся работы по дальнейшему развитию универсальных методов диагностирования: виброакустического, спектрографического, теплового и др.

Существенный недостаток виброакустической диагностики — большая погрешность, однако она компенсируется малой трудоемкостью. Как показывают исследования, погрешность этого метода может быть значительно уменьшена при более тщательной фильтрации сигналов. В. И. Соловьевым (ГОСНИТИ) разработан новый способ вибрационного диагностирования машин на основе узкополосной фильтрации вибрационных процессов в ультразвуковом диапазоне на частоте установочного резонанса вибропреобразователя, позволяющий резко уменьшить погрешность измерений.

Большинство исследований по виброакустической диагностике проводилось в области звуковых частот. Однако сосредоточение в этом диапазоне узких резонансов виброакустических каналов служит причиной искажения сигналов и как следствие большой погрешности способа диагностирования. Кроме того, в указанном диапазоне частот существенное влияние оказывают сигналы от непроверяемых сопряжений, уменьшающие отношение полезного сигнала к сигналу помех. В звуковом диапазоне невозможно также использование фазовых параметров сигнала.

Исследования, проведенные В. И. Соловьевым, показали, что с увеличением зазоров в кинематических парах уменьшается длительность их соударения, что ведет к увеличению интенсивности высокочастотных составляющих спектра и дополнительно повышает чувствительность метода. В результате увеличения степени поглощения сигнала с возрастанием частоты составляющих вибрационного сигнала, используемых при диагностировании, повышается отношение полезного сигнала к сигналу помех.

Таким образом, если выбрать вибропреобразователь с резонансной частотой выше звукового диапазона и отфильтровать снятый вибропроцесс с помощью узкопо-

лосного фильтра (пропускающего сигналы в узком диапазоне частот), настроенного на резонансную частоту вибропреобразователя, то, резко снизив уровень помех, можно выделить импульсы малой длительности, соизмеримые с длительностью соударений, и максимальной амплитуды, соответствующей интенсивности соударений. При этом можно использовать фазовые параметры вибрационного сигнала для диагностирования многих механизмов двигателя. На основе этого метода создан прибор для диагностирования тракторных и комбайновых дизелей по нескольким параметрам.

Спектрографический метод анализа масел, уступая виброакустическому по информативности при поэлементном диагностировании (определении состояния отдельных составных частей объекта), является более информативным, простым и доступным для диагностирования по обобщенным параметрам (оценка общего состояния объекта диагностирования).

Представляют интерес тепловые методы диагностирования, основанные на измерении температуры и теплового излучения объектов в инфракрасной области спектра. В этом направлении достигнуты некоторые успехи как в нашей стране, так и за рубежом. Выпуск отечественных приборов, например тепловизора ИК-10П и инфраскопа, свидетельствует о возможности получения положительных результатов при диагностировании с их помощью составных частей машин.

В ближайшем будущем предполагается проведение исследований по диагностированию машин на основе интроскопии (визуального наблюдения процессов, протекающих внутри непрозрачных устройств, с помощью приборов звуковидения, тепловидения, радиовидения и др.), лазерной спектроскопии, голографии, электромагнетизма, скоростной киносъемки и др.

С точки зрения реализации перспективных методов диагностирования дальнейшие разработки будут проводиться по созданию следующей аппаратуры:

простых и надежных приборов и устройств для простого технического обслуживания (например, для ТО-1 и ТО-2 тракторов и периодического обслуживания комбайнов);

простых, универсальных электронных приборов для простого и сложного технического обслуживания, предремонтного и послеремонтного диагностирования;

многофункциональных автоматизированных систем диагностирования для оценки технического состояния машин при сложном техническом обслуживании, определения видов и объемов ремонтных работ и контроля качества ремонта машин.

Примером первого направления может служить переносной комплект средств измерений КИ-13901 ГОСНИТИ для диагностирования тракторов при ТО-1 и ТО-2, с помощью которого можно измерять до 30 параметров технического состояния.

Примерами второго направления являются электронный измеритель мощности двигателей ИМД-2М, электронный малогабаритный диагностический прибор ЭМДП и др.

Примером третьего направления развития средств диагностирования служат универсальная базовая модель диагностической измерительной и прогнозирующей системы для тракторов, зерноуборочных комбайнов, автомобилей и других сложных машин (ДИПС) и электронная установка «Урожай-1Т» для диагностирования тракторов.

Система ДИПС состоит из основного блока, дистанционного управления и блока связи. С ее помощью можно измерять до 399 параметров состояния машин. Она обеспечивает печатание результатов измерений. Выбор требуемого параметра осуществляется клавишным устройством дистанционного управления или основного блока.

Для перехода от диагностирования одного вида машин к другому достаточно заменить измерительные преобразователи и программу работы.

Применение перспективных методов диагностирования с помощью автоматизированных систем и улучшение контролепригодности машин позволяют усовершенствовать процесс диагностирования и постановки диагноза, а также уменьшить его продолжительность в 5... 8 раз. Однако при этом значительно возрастает стоимость средств диагностирования. В этой связи особое значение имеют правильный выбор номенклатуры структурных и диагностических параметров и обоснование допускаемых погрешностей их измерений, от чего в конечном счете зависит как конструкция и стоимость средств измерений, так и глубина и трудоемкость диагностирования.

Решение этих задач позволит в значительной мере повысить эффективность диагностирования при минимальных удельных издержках и тем самым резко повысить надежность, а также снизить затраты на обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники.

Контрольные вопросы

1. Какие системы диагностирования вы знаете? В чем их различие? Каковы преимущества автоматических и автоматизированных систем?

2. Назовите требования, предъявляемые к перспективным методам и средствам диагностирования.

3. Какие факторы необходимо учитывать при разработке требований к контролепригодности сельскохозяйственной техники?

4. Перечислите мероприятия, направленные на повышение контролепригодности сельскохозяйственной техники.

5. Охарактеризуйте пути снижения удельных издержек на диагностирование.

6. В каком направлении ведутся разработки по развитию и совершенствованию методов и средств диагностирования машин?

Глава IV

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАШИН*

§ 1. Задачи и виды прогнозирования технического состояния машин.

Прогнозирование — один из основных элементов технической диагностики. Основная цель прогнозирования — установление (предсказание) сроков безотказной работы составных частей машины до очередного технического обслуживания или ремонта и предотвращение отказов.

Ввиду большого разнообразия условий эксплуатации машин в сельском хозяйстве, режимов работы и технического состояния деталей динамика контролируемых параметров носит случайный характер. Кроме того, вследствие резкого изменения условий эксплуатации и нагрузочных режимов работы машин, а также в связи с перекомпоновкой деталей при устранении отказов и ремонте составных частей значения параметров часто

* В основу данной главы положена теория прогнозирования технического состояния машин, разработанная заведующим лабораторией технической диагностики ГОСНИТИ доктором технических наук профессором В. М. Михлиным.

меняются не плавно, а скачкообразно. Отсюда следует, что скорость изменения параметров состояния одноименных сборочных единиц однотипных машин при одной и той же наработке неодинакова.

Фактические предельные значения параметров состояния одноименных сборочных единиц машин могут также отличаться от расчетных или среднестатистических данных. Например, подшипники качения одного размера на однотипных машинах разрушаются при разных зазорах, хотя и близких друг к другу. Это объясняется действием на детали множества технологических (при изготовлении и восстановлении деталей) и эксплуатационных факторов.

Случайный характер изменения параметров технического состояния составных частей машин, несмотря на периодический контроль, техническое обслуживание, замену и восстановление деталей, неизбежно приводит к рассеиванию межремонтных сроков службы составных частей. Это обуславливает, с одной стороны, неполное использование их ресурсов, а с другой — возникновение отказов в процессе эксплуатации.

Многочисленными исследованиями установлено, что рассеивание ресурса одноименных составных частей, скоростей изменения параметров их состояния и других случайных показателей не хаотично, а имеет определенные закономерности. Эти закономерности устанавливаются на основании статистической обработки и анализа данных разработки, производства и эксплуатации объектов диагностирования. По полученным результатам устанавливают рациональную периодичность планового обслуживания составных частей машин и решают задачи прогнозирования их технического состояния.

Различают два вида прогнозирования технического состояния составных частей машин: среднестатистическое и по реализации изменения параметров составных частей конкретной машины.

Среднестатистическое прогнозирование основано на статистической обработке и анализе средних результатов, полученных в процессе разработки, производства и эксплуатации машин, и последующем установлении единых допускаемых значений параметров состояния и единой периодичности обслуживания для одноименных составных частей однотипных машин. При этом исходят из необходимости обеспечения допус-

каемого уровня безотказной работы, минимума суммарных удельных издержек на техническое обслуживание и устранение отказов, безопасности, качества работ и др.

Применение среднестатистического прогнозирования требует установления единой периодичности планового технического обслуживания для всей совокупности одноименных составных частей однотипных машин, что в значительной мере упрощает планирование и организацию их технического обслуживания и ремонта. В этом одно из основных преимуществ такого вида прогнозирования. Его недостатками являются, с одной стороны, неизбежность отказов в результате рассеивания сроков безотказной работы одноименных составных частей однотипных машин, а с другой — возможность значительного недоиспользования ресурса в связи с единой периодичностью обслуживания машин.

Прогнозирование по реализации основано на выявлении скоростей изменения параметров состояния составных частей машины путем непосредственных измерений их значений и последующей обработки результатов с учетом характера изменения состояния одноименных составных частей. Цель такого прогнозирования — определение остаточного ресурса конкретной машины.

Прогнозирование по реализации дает возможность полнее использовать ресурс составных частей машин, а также повысить их надежность. Однако трудности, связанные с учетом измеряемых значений параметров состояния и обработки результатов измерений, а также с планированием и организацией планового обслуживания машин, не позволяют прогнозировать остаточный ресурс всех составных частей машины. Вследствие огромного рассеивания ресурсов различных составных частей машин их пришлось бы очень часто останавливать для проверки технического состояния, предупреждения отказов и замены составных частей при самой разнообразной периодичности обслуживания, что экономически невыгодно. При этом потребовался бы дополнительный штат для планирования и учета периодичности обслуживания каждой машины и обработки результатов измерений.

Отсюда следует, что обслуживание машин в зависимости от технического состояния каждой из них практи-

чески неприемлемо. Поэтому для большинства составных частей применяют среднестатистическое прогнозирование их состояния. При этом заранее рассчитывают допускаемые в эксплуатации значения контролируемых параметров и используют их в технологии диагностирования. Полученные данные являются инструктивными для мастера-диагноста, который по результатам измерений дает заключение о состоянии объектов диагностирования и определяет виды воздействий на них, не проводя никаких расчетов. Например, загрязненность основного фильтра гидравлической системы трактора проверяют при ТО-2 и ТО-3 по давлению масла в сливной магистрали. Если при такой проверке у трех тракторов давление оказалось равным соответственно 0,25, 0,1 и 0,27 МПа, а допускаемое значение равно 0,25 МПа, то фильтры первого и второго тракторов можно не промывать, а фильтр третьего трактора необходимо промыть. Давление масла в магистрали первого трактора имеет допускаемое значение, поэтому при очередном техническом обслуживании фильтр подлежит промывке без предварительной проверки.

Таким образом, практическое применение среднестатистического прогнозирования заключается в сопоставлении измеренных значений параметров состояния объектов диагностирования с допускаемыми значениями. Если измеренное значение параметра больше допускаемого или равно предельному значению, то объект подлежит обслуживанию или ремонту. Если же измеренное значение меньше допускаемого значения или равно ему, то объект не требует никаких воздействий до очередной проверки. Остаточный ресурс используется полностью при условии достижения к моменту контроля предельного значения параметра, характеризующего техническое состояние объекта диагностирования. В остальных случаях имеет место недоиспользование ресурса или отказ.

Прогнозирование по реализации рекомендуется применять для таких составных частей, срок безотказной работы которых определяет межремонтный ресурс агрегата или машины в целом. К ним относятся дорогостоящие составные части, а также детали, замена которых требует отправки машины или ее отдельных агрегатов в ремонтную мастерскую или на специализированное ремонтное предприятие. У тракторов такими деталями и сопряжениями являются кривошипно-шатунный

механизм дизеля, шестерни и подшипники силовой передачи, муфты поворота, гусеничные цепи, подвеска трактора, а также блок дизеля и корпуса силовой передачи.

§ 2. Прогнозирование остаточного ресурса при известной наработке от начала эксплуатации

При отсутствии автоматизированных систем диагностирования и прогнозирования технического состояния машин остаточный ресурс определяет мастер-диагност.

Чтобы определить остаточный ресурс конкретной составной части $t_{ост}$, мастер-диагност должен располагать исходными данными, приведенными в таблице 3.

Таблица 3. Сведения, необходимые для прогнозирования остаточного ресурса

Исходные данные	Обозначение	Источник информации
Номинальное значение параметра состояния	P_H	Технологическая карта диагностирования
Наработка проверяемой составной части от начала ее эксплуатации до момента диагностирования	t_H	Показание мотосчетчика; техническая документация
Значение параметра состояния в момент диагностирования (после наработки t_H)	$P(t_H)$	Показание средства измерений
Предельное значение параметра состояния	P_P	Технологическая карта диагностирования
Показатель изменения параметра за период приработки	ΔP	То же
Показатель степени функции изменения параметра состояния	α	»

Согласно схеме (рис. 45), имеем:

$$I(t_H) = [P(t_H) - P_H] - \Delta P; \quad (45)$$

$$I_P = [P_P - P_H] - \Delta P, \quad (46)$$

где $I(t_H)$ — изменение параметров состояния к моменту диагностирования (после наработки t_H), ед. измерения параметра; I_P — предельное изменение параметра состояния, ед. измерения параметра.

Результат вычитания в прямых скобках берется со знаком плюс.

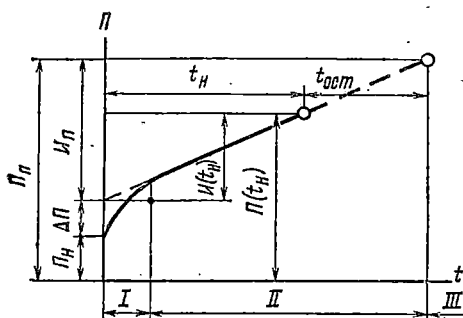


Рис. 45. Схема прогнозирования остаточного ресурса при известной наработке от начала эксплуатации (I — этап приработки; II — этап нормальной работы с установившейся скоростью изменения параметра состояния; III — этап, при котором наступает предельное состояние диагностируемой составной части).

Изменение параметра после наработки t_n в общем виде выражается следующей зависимостью:

$$I(t_n) = V_c t_n^\alpha + \Delta\P, \quad (47)$$

где V_c — коэффициент, характеризующий скорость изменения параметра.

Как видно из схемы, предельное изменение параметра состояния

$$I_\Pi = V_c (t_n + t_{ост})^\alpha + \Delta\P = V_c t_\Pi^\alpha + \Delta\P, \quad (48)$$

где t_n — наработка до наступления предельного состояния диагностируемой составной части, ед. наработки.

Подставив в формулу (48) значение $V_c = \frac{I(t_n) - \Delta\P}{t_n^\alpha}$

и проведя преобразования, получим:

$$t_{ост} = t_n \left[\left(\frac{I_\Pi}{I(t_n)} \right)^{1/\alpha} - 1 \right]. \quad (49)$$

При $\alpha > 1$ и $\alpha < 1$ зависимость значений параметров технического состояния составных частей машины от продолжительности работы (наработки) носит криволинейный характер, причем в первом случае ($\alpha > 1$) кривая обращена выпуклостью вниз, а во втором ($\alpha < 1$) — вверх. При $\alpha = 1$ указанная зависимость линейна.

Показатели степени α определяют на основе полученных в реальных условиях эксплуатации статистических данных о закономерностях изменения параметров состояния в зависимости от наработки.

Предельные значения параметров определяют по одному из следующих критериев: техническому (например, по началу форсированного изнашивания), экономи-

ческому, обуславливающему резкое увеличение затрат средств на единицу наработки, или технологическому (ухудшению качества выполненных работ).

Значения Π_n и α рассчитывают заранее. Как и допускаемые значения параметров, их заносят в технологию диагностирования машин и механизмов для использования при определении $t_{ост}$.

Исходные (номинальные) значения параметров также являются конкретными величинами. Они характеризуют состояние составных частей новой или отремонтированной машины после обкатки и приработки. Для получения этих данных необходимо провести специальные эксперименты по установлению показателей изменения параметров за период приработки сопряжений. По многим сопряжениям составных частей машин такие данные пока отсутствуют. Поэтому для определения остаточного ресурса этих сопряжений используют первоначальные (расчетные) значения параметров состояния. Например, в сопряжениях кривошипно-шатунного механизма за исходные приняты значения зазоров, указанные в чертежах и руководствах по эксплуатации двигателей (тракторов).

Таким образом, для определения остаточного ресурса какого-либо сопряжения по формуле (49) необходимо измерить значение соответствующего параметра и знать наработку к моменту измерения. Значения остальных показателей берутся из таблиц.

По данным ГОСНИТИ, значения α для тракторов и сельскохозяйственных машин находятся в пределах 0,8...2,0.

При $\alpha = 1$ выражение (49) принимает вид:

$$t_{ост} = t_n \frac{\Pi_n - \Pi(t_n)}{\Pi(t_n) - \Pi_n}. \quad (50)$$

§ 3. Прогнозирование остаточного ресурса при неизвестной наработке от начала эксплуатации

При прогнозировании сведения о наработке отдельных составных частей машины от начала эксплуатации или от последнего ремонта иногда отсутствуют. В подобных случаях остаточный ресурс определяют по значениям параметров состояния, установленным при двукратном диагностировании и наработке между первым и вторым измерениями.

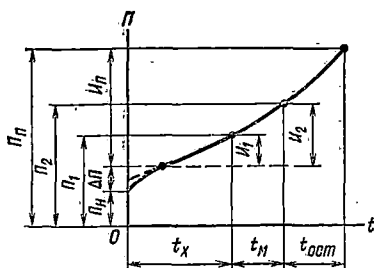


Рис. 46. Схема прогнозирования остаточного ресурса при неизвестной наработке от начала эксплуатации.

двигатель проработал еще один межконтрольный срок, повторно измерили тот же параметр.

Для данного случая имеем (рис. 46): P_1 — значение параметра, измеренное при первой проверке технического состояния объекта; P_2 — значение параметра, измеренное при повторной проверке технического состояния объекта; $I_1 = P_1 - P_H$ — изменение параметра от начала эксплуатации до первой проверки; $I_2 = P_2 - P_H$ — изменение параметра от начала эксплуатации до повторной проверки; t_m — межконтрольная наработка (за время работы между первой и второй проверками); t_x — наработка от начала эксплуатации до первой проверки (величина неизвестная).

В этом случае изменение параметра от начала эксплуатации к моменту первого измерения

$$I_1 = V_c t_x^\alpha. \quad (51)$$

По аналогии при втором измерении

$$I_2 = V_c (t_x + t_m)^\alpha. \quad (52)$$

Наконец, при достижении предельного значения параметра получим:

$$I_H = V_c (t_x + t_m + t_{ост})^\alpha. \quad (53)$$

Отсюда остаточный ресурс

$$t_{ост} = \left(\frac{I_H}{V_c} \right)^{1/\alpha} - t_x - t_m. \quad (54)$$

Например, при текущем ремонте на двигателе были поставлены детали цилиндро-поршневой группы с допусаемым износом, т.е. пригодные для эксплуатации; наработка их с начала эксплуатации неизвестна. При очередном диагностировании провели первую проверку технического состояния цилиндро-поршневой группы, а после того как дви-

Подставив в формулу (54) значение $V_c = \frac{H_2}{(t_x + t_M)^\alpha}$

и проведя преобразования, имеем

$$t_{\text{ост}} = (t_x + t_M) \left[\left(\frac{H_{\Pi}}{H_2} \right)^{1/\alpha} - 1 \right]. \quad (55)$$

Чтобы заменить неизвестную величину t_x на известную, в формулу (51) подставим значение V_c ; тогда получим:

$$H_1 = \frac{H_2}{(t_x + t_M)^\alpha} t_x^\alpha. \quad (56)$$

Отсюда имеем:

$$t_x^\alpha = \frac{t_M}{\left(\frac{H_2}{H_1} \right)^{1/\alpha} - 1}. \quad (57)$$

Теперь, подставив в выражение (55) значение t_x и проведя преобразования, получим:

$$t_{\text{ост}} = t_M \left[\frac{1}{\left(\frac{H_2}{H_1} \right)^{1/\alpha} - 1} + 1 \right] \left[\left(\frac{H_{\Pi}}{H_2} \right)^{1/\alpha} - 1 \right]. \quad (58)$$

При $\alpha=1$ имеем:

$$t_{\text{ост}} = t_M \frac{H_{\Pi} - H_2}{H_2 - H_1}. \quad (59)$$

Таким образом, при неизвестной наработке от начала эксплуатации для определения остаточного ресурса необходимо измерить значение контролируемого параметра не менее двух раз и знать наработку за время работы между этими измерениями. Предельное и номинальные значения параметра, как и в предыдущем случае, берутся из таблиц.

§ 4. Прогнозирование остаточного ресурса с учетом случайного характера изменения параметра

В рассмотренных случаях изменение параметра состояния в функции наработки происходило плавно. Это возможно, если объект диагностирования не подвергается воздействию случайных факторов, вызывающих значительные отклонения скорости изменения контролируемого параметра от полученной закономерности.

На практике часто наблюдаются значительные изменения условий эксплуатации, в том числе нагрузочных режимов работы машины. По указанной причине возможны большие отклонения результатов измерений от соответствующих точек, лежащих на теоретической плавной кривой. Это означает, что если провести несколько измерений параметра состояния объекта диагностирования в различные периоды работы машины и по результатам измерений построить график зависимости изменения параметра от наработки, то вместо плавной кривой получится ломаная линия с отклонениями от теоретической кривой как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения.

Таким образом, прогнозирование на основе плавной реализации изменений параметра состояния дает приближенные результаты. Чтобы получить более точные результаты, необходимо учесть случайные отклонения измеряемых параметров от теоретической плавной кривой, характеризующиеся погрешностью прогнозирования.

Погрешность прогнозирования технического состояния составных частей машин обычно подчиняется нормальному закону распределения, т. е. отклонения этой погрешности от истинных значений искомых величин в сторону увеличения и в сторону уменьшения равновероятны. Это означает, что при прогнозировании в 50 случаях из 100 может быть недоиспользован ресурс (например, при хороших условиях эксплуатации машин), а в 50 случаях — возможны отказы (например, при работе машин в тяжелых условиях). В обоих случаях резко возрастают издержки на техническое обслуживание и ремонт машин: в первом — за счет неоправданных остановок машины, а во втором — за счет устранения отказов, удорожания ремонта или снижения экономичности машинно-тракторных агрегатов.

Чтобы избежать отмеченных недостатков, остаточный ресурс определяют с заданной доверительной вероятностью *. Этот показатель характеризует долю одноименных составных частей из совокупности, которые проработают определенный заданный ресурс. Например, при доверительной вероятности 0,90 отказы будут лишь в 10 случаях из 100.

* Вероятность — величина, характеризующая частоту наступления случайного события при многократном повторении испытаний.

При нормальном законе распределения погрешности прогнозирования остаточный ресурс объекта диагностирования при любой доверительной вероятности определяется по формуле:

$$t_{\text{ост}} = t_{\text{м}} \left[\left(\frac{\frac{I_{\text{п}}}{I(t_{\text{н}})} + B\sigma}{B\sigma + 1} \right)^{1/\alpha} - 1 \right], \quad (60)$$

где B — одна из характеристик распределения остаточного ресурса, зависящая от доверительной вероятности; σ — средняя квадратическая погрешность прогнозирования*.

Доверительную вероятность $F_0(B)$ на практике называют степенью гарантии остаточного ресурса. При $F_0(B) = 1$ гарантия $t_{\text{ост}}$ равна 100%.

Среднюю квадратическую погрешность прогнозирования определяют по ГОСТ 21571—76 в зависимости от числа реализаций остаточного ресурса.

Под реализацией остаточного ресурса понимают возможное его значение в зависимости от условий эксплуатации машины.

При $\alpha = 1$ имеем

$$t_{\text{ост}} = t_{\text{м}} \frac{I_{\text{п}} - I(t_{\text{н}})}{I(t_{\text{н}})(B\sigma + 1)}. \quad (61)$$

Чем значительнее отклонение результатов измерений от плавной теоретической кривой, тем больше погрешность прогнозирования. И наоборот, при $\sigma = 0$ получается плавная реализация изменения значений параметра состояния; в этом случае уравнения (60) и (61) превращаются соответственно в уравнения (49) и (50). Но в действительности этого не наблюдается.

Погрешность прогнозирования определяют опытным путем на основании статистических исследований.

При среднем значении остаточного ресурса доверительная вероятность равна 0,5; соответствующая этому величина $B = 0$. После подстановки этого значения в уравнения (60) и (61) последние, как и при $\sigma = 0$, превращаются соответственно в уравнения (49) и (50).

На первый взгляд может показаться, что средний остаточный ресурс ($B = 0$), вычисляемый по формулам

* Погрешность прогнозирования распределяется по нормальному закону при $\sigma \leq 0,33$, что удовлетворяет большинству встречающихся в практике случаев.

(60) и (61), ничем не отличается от остаточного ресурса, определяемого по формулам (49) и (50), т. е. без учета погрешности прогнозирования. Это не совсем так. Дело в том, что в первом случае (при наличии погрешности прогнозирования) известны возможные пределы отклонения действительного остаточного ресурса от его расчетного значения, а во втором случае пределы отклонений неизвестны. Без знания погрешности прогнозирования нельзя оперировать доверительной вероятностью, имеющей большую практическую ценность.

Доверительную вероятность в каждом конкретном случае устанавливают, исходя из издержек, вызванных отказом составной части, а также из условия обеспечения безопасности работ и др. Чем больше издержки, наблюдаемые при отказе, тем больше должна быть доверительная вероятность. При учете безопасности движения доверительная вероятность приравнивается к безотказности объекта диагностирования.

Для особо ответственных составных частей, устранение отказа которых требует больших издержек, а также для сопряжений, влияющих на технику безопасности работы машины, доверительная вероятность должна быть не менее 0,95. Для менее ответственных деталей доверительную вероятность обычно принимают в пределах 0,60...0,95, для мало ответственных — 0,30...0,60, а для деталей, заменяемых в результате отказа (по потребности), доверительная вероятность равна нулю.

Чтобы определить остаточный ресурс с учетом погрешности прогнозирования и доверительной вероятности, необходимо располагать данными соответствующих статистических исследований.

§ 5. Номограмма для определения остаточного ресурса

Аналитические выражения (49) и (58) неудобны для практического использования, так как при определении остаточного ресурса выполняются трудоемкие расчеты. В целях упрощения расчетов сотрудниками ГОСНИТИ В. М. Михлиным, А. А. Сельцером и Ю. А. Побединским разработана номограмма (рис. 47), построенная на основе вышеуказанных уравнений. Она имеет вертикальные шкалы со значениями предельного изменения параметра I_{Π} и остаточного ресурса $t_{ост}$, а также горизонтальные шкалы со значениями остаточного ресурса,

нормированного в долях наработки при различных α , т. е. $t_{\text{ост}}/t_{\text{н}}$ (нижние шкалы). Числа на наклонных прямых в верхней части номограммы одновременно обозначают изменение параметра $H(t_{\text{н}})$ в момент измерения и наработку $t_{\text{н}}$. Кроме того, в верхней части номограммы имеется горизонтальная шкала $t_{\text{ост}}/t_{\text{н}}$, являющаяся вспомогательной (промежуточной) шкалой.

Чтобы использовать полученную номограмму для случаев, когда наработка от начала эксплуатации неизвестна, преобразуем уравнение (58) так:

$$t_{\text{ост}} = t'_{\text{ост}} K. \quad (62)$$

При этом

$$t'_{\text{ост}} = t_{\text{м}} \left[\left(\frac{H_{\text{п}}}{H_2} \right)^{1/\alpha} - 1 \right]; \quad (63)$$

$$K = \frac{1}{\left(\frac{H_2}{H_1} \right)^{1/\alpha} - 1}. \quad (64)$$

Значения показателей, входящих в выражение (63), находятся на следующих шкалах:

$H_{\text{п}}$ — на левой вертикальной шкале верхней части номограммы; H_2 и $t_{\text{м}}$ — на наклонных прямых в верхней части номограммы (совмещены с $H(t_{\text{н}})$ и $t_{\text{н}}$);

$t_{\text{м}}$ — на правой вертикальной шкале в верхней части номограммы (совмещено с $t_{\text{ост}}$).

При определении остаточного ресурса по найденным значениям $t_{\text{м}}$ и K откладывают значение $t_{\text{м}}$ на соответствующей наклонной прямой в верхней части номограммы (совмещено с $t_{\text{н}}$).

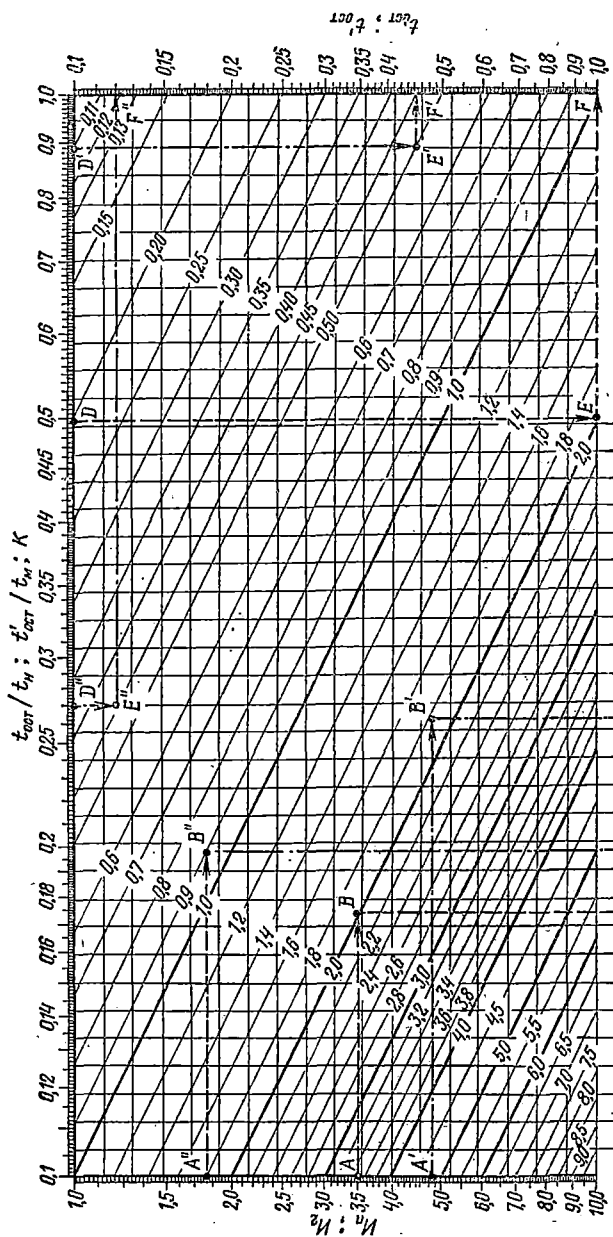
Значения показателей, входящих в выражение (64), находятся на следующих шкалах:

H_2 — на левой вертикальной шкале в верхней части номограммы (совмещено с $H_{\text{п}}$);

H_1 — на наклонных прямых в верхней части номограммы (совмещено с $H(t_{\text{н}})$);

K — на нижней стороне двойной шкалы, расположенной внизу номограммы. На этой же шкале сверху нанесены значения вспомогательного коэффициента K^1 , каждому значению которого соответствует вполне определенное значение коэффициента K .

Значения вспомогательного коэффициента K^1 находятся на горизонтальных шкалах нижней части номограммы (совмещены с $t_{\text{ост}}/t_{\text{н}}$).



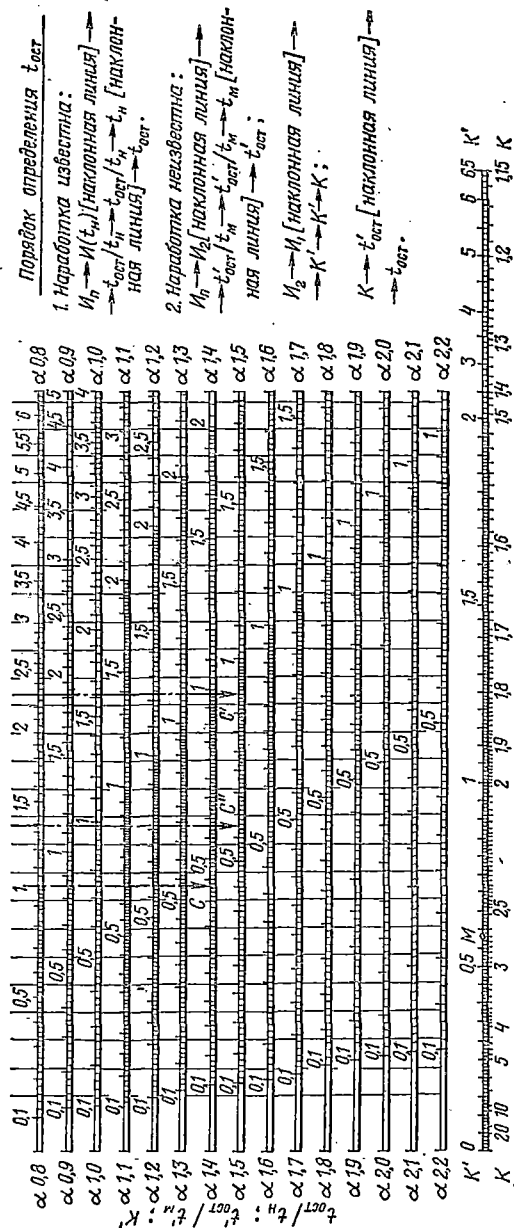


Рис. 47. Номограмма для определения остаточного ресурса.

Из формул (49) и (58) видно, что основными действиями при вычислении $t_{\text{ост}}$ являются деление, умножение и извлечение корня, т. е. возведение в степень. Поэтому при построении номограммы используются графические методы выполнения указанных действий. Рассмотрим принцип графического деления и умножения, использованный в верхней части номограммы.

Для выполнения графического деления в прямоугольной системе координат на одной из осей, в данном случае на оси ординат, расположенной слева, откладывают в определенном масштабе диапазон чисел, представляющих делимые (на номограмме 1...10). Затем проводят ряд наклонных прямых линий-делителей, каждой из которых присваивается одно определенное значение. Каждая линия-делитель начинается от точки оси ординат со значением делимого, равного делителю. При этом угол наклона прямых выбирают таким, чтобы на оси абсцисс получился необходимый диапазон значений частного. Деление осуществляется в следующем порядке: от точки оси ординат со значением делимого проводят горизонтальную прямую до наклонной прямой со значением делителя и затем вертикаль до оси абсцисс, где находится значение частного. Если значения делимого на оси ординат выполнены в виде логарифмической шкалы, а все наклонные линии (делители) параллельны, то значения частного на оси абсцисс также представляют собой логарифмическую шкалу. Если деление — промежуточное действие, то значения частного могут не наноситься, как это и сделано на номограмме.

Графическое умножение двух чисел в прямоугольной системе координат осуществляется с помощью того же построения, которое используется для графического деления. Только при этом значения оси абсцисс (верхняя шкала) являются одним из сомножителей, наклонные линии — другим сомножителем, а на оси ординат, расположенной справа, получают произведение. При графическом умножении действия выполняют в таком порядке: отмечают на оси абсцисс (верхней горизонтальной шкале) один из сомножителей, опускают вертикаль до наклонной линии со значением другого сомножителя и затем проводят горизонталь до оси ординат (правой вертикальной шкалы), на которой определяют результат — произведение двух чисел.

Для возведения в степень в номограмме использованы прямолинейные логарифмические шкалы, связанные с осью абсцисс верхней части номограммы. Если провести какую-либо вертикаль, пересекающую ось абсцисс на значении x , то эта же вертикаль пересечет нижние логарифмические шкалы на значениях $(x^{1/\alpha}-1)$, т. е. комбинация деления с указанным действием позволяет вычислить значения выражений, приведенных в скобках в формулах (49) и (58). Умножение же этих значений на другие сомножители выполняется на номограмме описанным выше способом.

Приведенная номограмма универсальна, так как, изменяя порядок чисел, с ее помощью можно выполнять расчеты при любых исходных данных. Недостатком такой номограммы является большое число действий при определении $t_{ост}$.

Этот недостаток в значительной степени устраняется при использовании специальных номограмм, построенных для прогнозирования остаточного ресурса по одному конкретному параметру. Например, в «Технологии диагностики технического состояния тракторов» (М., ОНТИ ГОСНИТИ, 1971) приводится номограмма для определения остаточного ресурса цилиндро-поршневой группы, построенная в координатах «количество прорывающихся газов — остаточный ресурс». Определение $t_{ост}$ на этой номограмме выполняется двумя действиями аналогично тому, как в обычной простейшей системе координат находится неизвестная величина, функционально связанная с двумя известными. В той же работе приводится номограмма для прогнозирования остаточного ресурса гусеничной цепи, пользование которой значительно проще, чем универсальной номограммой, приведенной на рисунке 47.

В целях упрощения номограммы обозначения на шкалах даны в относительных единицах, кратных числу 10 в целой степени. Следовательно, более крупные или, наоборот, мелкие значения перечисленных выше показателей по сравнению с указанными на шкалах номограммы следует уменьшить или увеличить путем деления или умножения фактических значений этих показателей на число 10 в соответствующей степени.

При известной наработке от начала эксплуатации порядок определения остаточного ресурса по номограмме следующий.

Отмечают на левой вертикальной шкале в верхней части номограммы предельное изменение параметра I_n (точка A). От сделанной отметки проводят горизонталь до наклонной прямой (точка B), обозначающей изменение параметра в момент измерения $I(t_n)$. Из точки

шкале полученную величину, опускаем вертикаль до наклонной линии, обозначенной заданным значением $t_m = 500$ ч (0,5), и затем ведем горизонталь до правой вертикальной шкалы, на которой находим $t'_{\text{ост}} = 450$ ч (0,45).

3. Находим значение коэффициента K . Для этого на левой вертикальной шкале отмечаем $I_2 = 18$ л/мин (1,8). От сделанной отметки проводим горизонталь до наклонной прямой с обозначением $I_1 = 9$ л/мин (0,9) (штрих-пунктирные линии на номограмме). Из полученной точки опускаем вертикаль в нижнюю часть номограммы до шкалы с обозначением $\alpha = 1,5$ и находим на этой шкале $K' = 0,58$. По полученному значению K' на шкале, расположенной внизу номограммы, отсчитываем значение коэффициента $K = 2,7$.

4. Определяем остаточный ресурс. Для этого откладываем полученное значение K на верхней горизонтальной шкале; от найденной точки опускаем вертикаль до наклонной прямой с обозначением $t'_{\text{ост}} = 450$ ч (0,45) и, проведя горизонталь до правой вертикальной шкалы, получаем: $t_{\text{ост}} = 1215$ ч.

В данном случае уменьшение I_n , I_1 и I_2 в 10 раз не повлияло на полученное отношение $t'_{\text{ост}}/t_m = 0,9$ и значения коэффициентов K' и K . Что касается остальных действий, то, как видно из номограммы, значение t_m , обозначенное на наклонной линии, уменьшено в 10^3 , т.е. вместо 500 имеем 0,5. Следовательно, значение $t'_{\text{ост}}$ на правой вертикальной шкале тоже получается уменьшенным в 10^3 . Чтобы иметь истинное значение $t'_{\text{ост}}$, полученную величину увеличиваем во столько же раз, т.е. $t'_{\text{ост}} = 0,9 \cdot 0,5 \cdot 10^3 = 450$ ч.

При графическом определении $t_{\text{ост}}$ значение $t'_{\text{ост}}$ было уменьшено в 10^3 (вместо 450 ч на наклонной линии обозначено 0,45). Поэтому после графического умножения коэффициента K на эту величину полученный результат был увеличен в 10^3 , а именно: $t_{\text{ост}} = 2,7 \cdot 0,45 \cdot 10^3 = 1215$ ч.

При прогнозировании остаточного ресурса с учетом случайного изменения параметра можно также пользоваться номограммой, изображенной на рисунке 47. Для этого при известной наработке от начала эксплуатации вместо величины I_n используют $\frac{I_n}{I(t_n)} + B\sigma$, а вместо $I(t_n)$ используют $B\sigma + 1$.

§ 6. Прогнозирование оптимального и предельного остаточных ресурсов

Оптимальный остаточный ресурс — это прогнозируемый период работы, в течение которого диагностируемая составная часть может проработать без замены при условии минимальных издержек, связанных с техническим обслуживанием и ремонтом.

Предельный остаточный ресурс — это прогнозируемый период работы составной части, при котором издержки, связанные с устранением отказа, равны издержкам на предупредительное обслуживание (ремонт).

Оптимальный и предельный остаточные ресурсы, так же как и ресурс с доверительной вероятностью, находят по действительной закономерности изменения параметров состояния объектов диагностирования.

При определении оптимального и предельного остаточных ресурсов учитывают экономические характеристики удельных издержек — затрат на единицу выполненной работы или наработки. К экономическим характеристикам относятся издержки A , связанные с устранением отказа, и издержки C на предупредительное восстановление. В издержки A входят издержки C , а также издержки на транспортирование, дополнительные ремонтные работы и потери от простоя машины за время устранения отказа.

Отношение $A/C = A_0$ — один из исходных показателей (вместе с σ , α и отношением $I(t_n)/I_n$) при определении оптимального и предельного остаточных ресурсов. Значение A_0 всегда больше единицы, потому что при устранении отказа все издержки на разборочно-сборочные работы относятся на одну отказавшую составную часть с учетом потерь от простоя машин (например, для тракторов — 3...4 руб/ч, для комбайнов до 12 руб/ч). Поэтому, чем больше A_0 , тем меньше (при прочих одинаковых показателях) оптимальный и предельный остаточные ресурсы. Это обусловлено тем, что выгоднее своевременно заменить составную часть (предупредить отказ), нежели нести потери от возможного отказа.

Оптимальный остаточный ресурс определяют в том случае, если $A_0 > 1,1$. Предельный остаточный ресурс определяют при решении вопроса о возможности использования составной части до следующего одноименного технического обслуживания.

Если вычисленный предельный остаточный ресурс окажется не менее наработки между одноименными техническими обслуживаниями, то составная часть может эксплуатироваться до очередного одноименного технического обслуживания с последующим уточнением времени дальнейшего ее использования.

При определении оптимального или предельного остаточного ресурса используют следующее неравенство:

$$\frac{C}{t_{\text{н}}} \geq \frac{AQ(t_{\text{м}})}{t_{\text{ф}}} + \frac{C[1-Q(t_{\text{м}})]}{t_{\text{ф}}}, \quad (65)$$

где $Q(t_{\text{м}})$ — вероятность отказа составной части за период $t_{\text{м}}$ при нормальном законе распределения погрешности прогнозирования; $t_{\text{м}}$ — заданная межконтрольная наработка (наработка между одноименными техническими обслуживаниями); $t_{\text{ф}}$ — фактически используемый средний ресурс составной части.

Вероятность отказа вычисляют по формуле:

$$Q(t_{\text{м}}) = 1 - F_0(B). \quad (66)$$

При определении B и $F_0(B)$ принимают $t_{\text{м}} = t_{\text{ост}}$, где $t_{\text{ост}}$ — задаваемый при определенной доверительной вероятности остаточный ресурс.

Значение показателя B подсчитывают по формуле:

$$B = \frac{\frac{I_{\text{п}}}{I(t_{\text{н}})} - \left(1 - \frac{t_{\text{ост}}}{t_{\text{н}}}\right)^{\alpha}}{\left[\left(1 + \frac{t_{\text{ост}}}{t_{\text{н}}}\right)^{\alpha} - 1\right] \sigma}. \quad (67)$$

Затем по специальной таблице, рассчитанной на ЭВМ на основе теории вероятностей, находят доверительную вероятность (степень гарантии остаточного ресурса) $F_0(B)$.

Фактически используемый остаточный ресурс $t_{\text{ф}}$, зависящий от наработки от начала эксплуатации $t_{\text{н}}$, межконтрольной наработки $t_{\text{м}}$, остаточного ресурса $t_{\text{ост}}$ и доверительной вероятности $F_0(B)$, также определяют по специальной таблице, рассчитанной на ЭВМ, или подсчитывают по формуле:

$$t_{\text{ф}} = Q(t_{\text{м}})t_{\text{ср}} + [1 - Q(t_{\text{м}})](t_{\text{н}} + t_{\text{м}}), \quad (68)$$

где $t_{\text{ср}}$ — средний ресурс составной части, отказавшей в интервале $t_{\text{н}} \dots (t_{\text{н}} + t_{\text{м}})$.

Значение $t_{\text{м}}$, при котором правая часть неравенства (65) принимает минимальное значение, соответствует оптимальному остаточному ресурсу. Значение $t_{\text{м}}$, обращающее неравенство (65) в равенство, соответствует предельному остаточному ресурсу.

Для практических расчетов рекомендуется пользоваться таблицами значений оптимального и предельного остаточных ресурсов составных частей, содержащими следующие исходные данные: $I(t_{\text{н}})/I_{\text{п}}$, $A_0 = A/C$, α и σ .

Таблицы рассчитаны на ЭВМ в соответствии с приведенными выше зависимостями.

При наличии информации об изменении параметров состояния объекта диагностирования, полученной в результате нескольких последовательных измерений, в качестве откорректированной наработки к моменту последнего измерения параметра состояния принимают

$$\bar{t}_m = \left(\frac{mH(t_M)}{\sum_{i=1}^m \frac{H(t_{H_i})}{t_{H_i}^\alpha}} \right)^{1/\alpha}, \quad (69)$$

где m — число измерений (проверок) параметра состояния.

В качестве погрешности прогнозирования принимают

$$\sigma_m = \sigma \sqrt{0,5 + \frac{0,5}{m}}. \quad (70)$$

Приближенное значение оптимального остаточного ресурса объекта диагностирования подсчитывают умножением остаточного ресурса, найденного по формулам (49), (50), (58), (59) или по номограмме, на коэффициент оптимизации, равный 0,7.

Приближенные методы определения остаточного ресурса рекомендуется применять при отсутствии данных о фактическом отклонении параметра от усредненной (плавной) кривой его изменения в функции наработки, т. е. при неизвестной погрешности прогнозирования σ .

§ 7. Рекомендации по установлению объема и вида ремонта

В соответствии с ГОСТ 18322—78 для тракторов установлены два вида ремонта: текущий и капитальный.

Текущий ремонт выполняется с целью обеспечения или восстановления работоспособности изделия и предусматривает замену или восстановление отдельных его составных частей.

Капитальный ремонт выполняется для восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановлению ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые.

Тот или иной вид ремонта может носить вынужденный характер — при отказе в процессе эксплуатации и

предупредительный — в соответствии с износным состоянием составных частей машины.

Автономные составные части (агрегаты), имеющие базовые корпусные детали и снимаемые с машины без разборки других составных частей, например двигатель трактора, могут подвергаться, как и машина в целом, либо текущему, либо капитальному ремонту. Потребность подобных составных частей тракторов в капитальном ремонте определяется в соответствии с критериями предельного состояния, за основу которых приняты «Временные технические критерии предельного состояния агрегатов и узлов сельскохозяйственных тракторов», утвержденные МТ и СХМ, МСХ СССР и В. О. «Союзсельхозтехника» 8.07.1976 г.

Приведем технические критерии предельного состояния составных частей трактора.

Дизель. 1. Предельный износ или разрушение одного или нескольких сопряжений кривошипно-шатунного механизма.

2. Предельный износ комплекта деталей цилиндропоршневой группы.

3. Усталостные трещины в коленчатом валу.

4. Повреждения блока цилиндров, неустранимые или устранимые путем механической обработки на станках (расточка постелей подшипников коленчатого вала, фрезерование верхней плоскости или торцов блока).

5. Дефекты блока, требующие заварки с нагревом блока в печи.

Если для устранения повреждений блока не требуется полная разборка дизеля, то проводят текущий ремонт или устраняют неисправность.

Пусковой двигатель. 1. Предельный износ или разрушение одного или нескольких сопряжений кривошипно-шатунного механизма.

2. Предельный износ комплекта деталей цилиндропоршневой группы.

3. Усталостные трещины в коленчатом валу.

4. Повреждения цилиндра, требующие его замены.

Редуктор пускового двигателя. 1. Повреждения корпуса редуктора, неустранимые или устранимые путем механической обработки или сварки.

2. Предельный изгиб вала редуктора, износ его посадочных мест, шлицев.

3. Предельный износ, поломка зубьев шестерен, требующие демонтажа корпуса редуктора.

4. Предельное состояние корпуса редуктора и других составных частей механизмов передачи пускового двигателя, требующие демонтажа корпуса редуктора.

Главная муфта сцепления. 1. Предельное состояние нажимного диска, требующее его восстановления путем механической обработки.

2. Предельный износ посадочных мест под подшипники на валу.

При износе и разрушении фрикционных дисков проводят текущий ремонт муфты.

Карданная передача. 1. Предельный износ шлицевых соединений или отверстий под стаканы игольчатых подшипников.

2. Трещины в трубе, вилках, по сварным швам.

Выбраковка крестовин и игольчатых подшипников не является критерием предельного состояния.

Коробка передач, раздаточная коробка и ходоуменьшитель, ведущие мосты и колесные редукторы. 1. Предельный износ подшипников.

2. Предельный износ шестерен.

3. Предельный износ шлицев хотя бы одного вала.

4. Износ и другие повреждения корпусных деталей, неустранимые или устранимые механической обработкой на станках.

Ходовая система гусеничного трактора. 1. Предельное увеличение шага гусеницы.

Для гусеничных полотен с открытыми проушинами п. 1 относится к гусеницам, работающим со вторым комплектом пальцев, а при работе на высокоабразивных почвах — с третьим комплектом пальцев.

2. Предельное состояние (разрушение, износ дорожек и др.) более 10 звеньев гусеницы.

3. Предельный износ обода или посадочных мест под подшипники направляющего колеса.

4. Облом борта обода направляющего колеса на длине более 200 мм.

5. Трещины на трех спицах направляющего или двух спицах ведущего колеса и опорного катка каретки.

6. Трещины и предельный износ профиля ведущего колеса гусеничного трактора (после перестановки колес).

7. Предельный износ обода катка каретки или скол борта на длине более 150 мм.

8. Предельный износ или разрушение оси качания, балансиров, посадочных мест под подшипники в балансирах.

9. Предельный износ, трещины или разрушение более 50% поверхности ободов опорных катков, посадочных мест под подшипники.

Ходовая система колесного трактора.

1. Предельный износ почвозацепов.

2. Разрывы и расслоение корда; трещины на наружной поверхности шины.

Несущая система (рама трактора, рама тележки гусеницы). 1. Усталостные трещины в сварных соединениях лонжеронов с несущими кронштейнами и поперечными брусьями длиной более 40% периметра сечения (в сварных рамах тракторов).

2. Поперечные усталостные трещины лонжеронов и поперечных брусьев длиной более 50 мм (клепанные рамы гусеничных и колесных тракторов).

3. Ослабление более шести заклепок в соединениях лонжеронов с поперечными брусьями (клепанные рамы гусеничных и колесных тракторов).

Механизмы управления поворотом и тормоза. 1. Предельное состояние ведущих и ведомых барабанов муфты поворота гусеничного трактора.

2. Предельный износ рулевого механизма.

3. Предельный износ компрессора.

4. Предельный износ тормозов.

Насосы гидросистем коробки передач, ВОМ, гидроусилителя руля и навесного устройства. 1. Подача насоса не более 60% номинального значения.

Распределители гидросистем коробки передач, гидроусилителя руля и навесного устройства. Расход масла не менее 50% номинальной подачи насоса при фактической подаче не менее 75% номинальной.

Гидроцилиндры гидросистемы навесного устройства и гидроусилителя руля.

1. Предельный износ сопряжения цилиндр—поршень (чрезмерные внутренние утечки).

2. Изгиб штока.

Состояние составной части (агрегата) считается предельным при наличии хотя бы одного из отказов, перечисленных выше.

В случае неисправностей и отказов второстепенных составных частей агрегата, устранимых с помощью несложного оборудования и не требующих полной разборки объекта диагностирования, проводят текущий ремонт соответствующих составных частей.

Основная цель капитального ремонта — обеспечить машине или ее основным агрегатам определенный технический ресурс с заданным уровнем безотказности. При текущем ремонте технический ресурс не восстанавливается. В то же время отдельные составные части, предельное состояние которых не определяет исчерпание технического ресурса агрегата в целом, при необходимости могут быть отремонтированы капитально.

Предельное состояние объекта диагностирования характеризуется техническими критериями (неустранимое нарушение требований безопасности или неустранимое отклонение параметров состояния от установленных пределов) и технико-экономическими критериями (неустранимое снижение эффективности эксплуатации машины за допускаемые пределы).

Предельное состояние конструктивно несложных составных частей можно оценивать по техническим критериям. Предельное состояние основных агрегатов сложной машины, в частности трактора (дизеля, пускового двигателя, коробки передач, ведущих мостов, ходовой системы), необходимо устанавливать по технико-экономическим критериям, так как неэффективные издержки на текущий ремонт их до исчерпания технического ресурса могут при определенных условиях превышать потери от недоиспользования остаточного технического ресурса $t_{ост}$. Предельное состояние трактора в целом также устанавливают по технико-экономическим критериям.

На основе технических критериев предельного состояния основных частей машин используются изложенные выше методы прогнозирования остаточного ресурса $t_{ост}$. Однако ресурс сложных составных частей может быть доиспользован при проведении текущего ремонта. Согласно исследованиям, проведенным А. А. Сельцером и В. В. Новиковым (ГОСНИТИ), для принятия решения о целесообразности доиспользования $t_{ост}$ с учетом не-

обходимого объема текущего ремонта нужно соблюдать следующее условие: удельные издержки с учетом затрат на текущий и капитальный ремонт, а также на устранение отказов, отнесенных к наработке $t_n + t_{\text{ост}}$, не должны превышать средних удельных издержек за период t_n с учетом тех же составляющих, кроме стоимости текущего ремонта.

Критерии предельного состояния машины устанавливают на основании того, что прогнозируемый объем ремонтных работ по диагностируемым составным частям должен составлять часть стоимости капитального ремонта машины, обоснованную для данного типа машины по технико-экономическим показателям, которые обеспечивают минимум удельных издержек.

Практические рекомендации по принятию решения о видах ремонта агрегатов и машин в целом будут изданы в ближайшее время.

§ 8. Практические рекомендации по использованию остаточного ресурса

Во всех случаях независимо от получаемых результатов остаточный ресурс следует ограничивать значением, не превышающим межконтрольную наработку. Например, после измерения зазоров в подшипниках коленчатого вала дизеля и подсчета остаточный ресурс оказался равным 1750 ч. Периодичность диагностирования кривошипно-шатунного механизма после первой проверки составляет 960 ч, поэтому в данном случае остаточный ресурс следует ограничить этим числом. Однако это не означает, что через 960 ч дизель будет отправлен на ремонт.

Целесообразность ограничения остаточного ресурса межконтрольной наработкой объясняется тем, что в процессе эксплуатации различные случайные факторы могут оказывать влияние как на увеличение, так и на уменьшение фактического остаточного ресурса по сравнению со значением, установленным по результатам диагностирования. Если не контролировать состояние узлов до полного использования ресурса, подсчитанного по результатам предыдущей проверки и значительно превышающего межконтрольную наработку, то при ухудшении условий работы машины будут происходить поломки и аварии. И, наоборот, в случае улучшения

условий работы машины фактический ресурс может оказаться выше подсчитанного при предыдущей проверке состояния объекта диагностирования. Тогда отправка объекта в ремонт без последующей проверки приведет к недоиспользованию ресурса.

Таким образом, ограничение остаточного ресурса межконтрольной наработкой позволяет, с одной стороны, полнее использовать ресурс составных частей машины, а с другой — уменьшить количество случаев их аварийного изнашивания.

По результатам постановки диагноза и прогнозирования технического состояния машины дают заключение о видах и объеме предстоящих работ. Если остаточный ресурс агрегата достаточен для обеспечения безотказной работы до очередного контроля, то объект оставляют для дальнейшей эксплуатации. В других случаях объект подлежит ремонту.

Если в результате измерений параметров состояния основных сопряжений объекта диагностирования получено несколько значений остаточного ресурса, то остаточный ресурс данного объекта устанавливают по наименьшему значению ресурса.

При решении вопросов, связанных с использованием остаточного ресурса, как правило, исходят из единой периодичности планового обслуживания, предусмотренного правилами технического обслуживания машин. Однако в отдельных случаях следует учитывать конкретные условия и возможности использования машинно-тракторного парка.

Приведем несколько примеров.

Если перед началом весенне-полевых работ остаточный ресурс составных частей машины окажется недоиспользованным, то соответствующий ремонт или замену деталей проводят до достижения допускаемого или предельного износа, с тем чтобы не останавливать машину в период напряженных работ.

Допустим, что остаточный ресурс трактора или его отдельного агрегата составил не более 250...300 ч. В этом случае необходимо учитывать следующие обстоятельства. В конце сезона полевых работ, завершающегося, как правило, пахотой зяби, целесообразно продолжить эксплуатацию трактора, с тем чтобы своевременно закончить полевые работы. Это имеет важное значение при недостатке тракторов. Если же проверка трак-

тора проводится в период, когда большая часть машин ставится на хранение, то трактор с указанным остаточным ресурсом целесообразно отправить на ремонт.

По окончании сезона полевых работ на хранение целесообразно ставить те тракторы, которые могут проработать без проведения ремонта не менее 960...1000 ч, т. е. до очередного ТО-3. Тракторы с меньшим ресурсом можно использовать на зимних работах, но с тем условием, что все они будут отремонтированы до наступления весенне-полевых работ.

При круглогодичных ремонтах, т. е. в тех случаях, когда время постановки трактора на ремонт не связано с сезоном (в хозяйствах с достаточным количеством тракторов), ресурс каждого трактора следует использовать как можно полнее.

Рассмотрим практические примеры прогнозирования остаточного ресурса с использованием номограммы и формул.

Пример 1. Трактор ДТ-75 наработал от последнего капитального ремонта 2000 ч. К этому времени количество газов, прорывающихся в картер, составило 64 л/мин. Согласно техническим условиям на выбраковку, предельное количество газов равно 90 л/мин. Количество газов, прорывающихся в картер нового или отремонтированного двигателя, равно 28 л/мин, $\alpha=1,3$.

По номограмме (рис. 47) или по формуле (49) определяем $t_{ост}=1040$ ч.

Это означает, что цилиндро-поршневая группа может работать еще один межконтрольный срок.

Допустим, что по остальным основным агрегатам трактора остаточный ресурс оказался не менее полученного значения. В этом случае необходимо учитывать следующие обстоятельства.

Если проверка проводилась в момент, когда объем полевых работ был сравнительно мал и недостатка в тракторах не было, например в зимний период, а через некоторое время, наоборот, предстоят напряженные работы, например весенне-полевые, то данный трактор целесообразно поставить на хранение, а в работе использовать машины с небольшим остаточным ресурсом.

Пример 2. У дизеля СМД-14 количество газов, прорывающихся в картер, при первом измерении $P_1=58$ л/мин, при втором $P_2=78$ л/мин; наработка между измерениями $t_m=960$ ч; наработка от начала эксплуатации неизвестна. Предельное значение параметра $P_n=90$ л/мин; исходное (номинальное) значение $P_n=28$ л/мин; показатель степени $\alpha=1,3$.

По номограмме или формуле (58) определяем остаточный ресурс цилиндро-поршневой группы:

$$t_{ост}=532 \text{ ч.}$$

В данном случае остаточный ресурс следует использовать по возможности полнее, но при условии, что до начала напряженных работ двигатель должен быть отремонтирован.

При $\alpha=1$ остаточный ресурс подсчитывают по формулам (50) и (59).

Пример 3. У трактора Т-74 после 960 ч от начала эксплуатации гусеничных цепей длина 10 звеньев гусеницы $P(t_n)=1790$ мм. Длина 10 звеньев новой гусеницы $P_n=1720$ мм; $\alpha=1,0$. Определить остаточный ресурс гусеничной цепи до замены пальцев, которую осуществляют при длине $P_n=1830$ мм.

Подставляя приведенные значения в выражении (50), получаем:

$$t_{\text{ост}} = 960 \frac{1830 - 1790}{1790 - 1720} = 548 \text{ ч.}$$

Следовательно, замену пальцев нужно запланировать при втором техническом обслуживании — через 480 ч после контроля или при первом техническом обслуживании, которое будет проводиться через 540 ч после контроля, приобретя заранее новые пальцы (чтобы избежать простоя трактора).

Пример 4. У трактора ДТ-75 при первоначальном измерении длина 10 звеньев гусеницы оказалась равной 1840 мм. Пришлось заменить пальцы, после чего $P_1=1750$ мм. Нарботка гусеничной цепи от начала эксплуатации неизвестна. Через 480 ч провели второе измерение длины 10 звеньев: $P_2=1850$ мм. Определить остаточный ресурс гусеничной цепи до ее предельного износа $P_n=1900$ мм.

По формуле (59) находим:

$$t_{\text{ост}} = 480 \frac{1900 - 1850}{1850 - 1750} = 240 \text{ ч.}$$

Это означает, что гусеничная цепь может проработать до очередного второго технического обслуживания (ТО-2).

Пример 5. После 1000 ч от начала эксплуатации гусеничных цепей трактора ДТ-75 длина 10 звеньев одной цепи $P(t_n)'=1770$ мм, а другой $P(t_n)''=1760$ мм. Номинальная длина звеньев $P_n=1720$ мм. Определить остаточный ресурс гусениц до замены пальцев, т. е. до $P_n=1830$ мм.

Остаточный ресурс подсчитываем по наиболее изношенной цепи:

$$t_{\text{ост}} = 1000 \frac{1830 - 1770}{1770 - 1720} = 1200 \text{ ч.}$$

Отсюда следует, что гусеницы проработают до очередного ТО-3.

§ 9. Прогнозирующие устройства

В целях снижения трудоемкости и повышения достоверности результатов диагностирования разрабатываются специальные прогнозирующие устройства, позволяющие вычислять остаточный ресурс вручную (счетная линейка) или автоматически (вычислитель остаточного ресурса).

Счетная линейка (рис. 48) имеет логарифмические шкалы C на движке и D на корпусе, которые

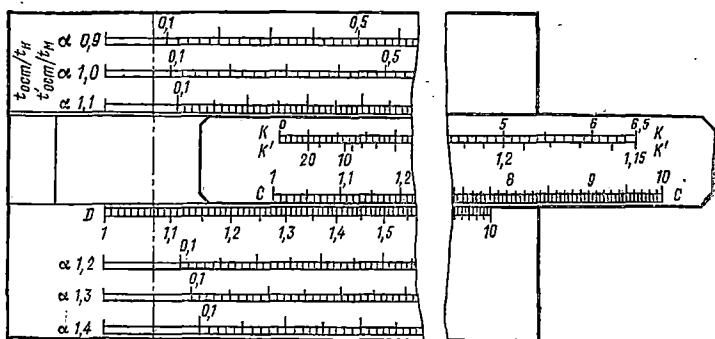


Рис. 48. Счетная линейка для прогнозирования остаточного ресурса.

заимствованы с обыкновенных счетных линеек длиной 250 мм.

Ввиду того, что шкалы C и D неравномерные, учащимся необходимо уметь считывать результаты с любого участка шкалы (определять цену деления), а также знать правила умножения и деления чисел, изложенные в описании обычной счетной линейки.

При $\alpha=1$ остаточный ресурс можно вычислять с помощью обычной счетной линейки, так как при этом осуществляются только действия умножения и деления в соответствии с формулами (50) и (59). С помощью обычной линейки можно также подсчитать $t_{ост}$, когда $\alpha \neq 1$, используя шкалы логарифмов*.

Особенностью счетной линейки, показанной на рисунке 48, является то, что, кроме шкал C и D , на ней изображены шкалы значений $t_{ост}/t_n$ и $t'_{ост}/t_m$, имеющие математическую связь со шкалой D , которая позволяет определять $t_{ост}$ ($t'_{ост}$) без считывания результатов деления I_{II}/I (t_n) или I_{II}/I_2 . Значение $t_{ост}$ или $t'_{ост}$ считывают на шкале, соответствующей заданному показателю α . В целях удобства пользования линейкой шкалы для значений $\alpha=1,6...2,2$ нанесены на другой стороне линейки.

На линейке (рис. 48) имеются шкалы с обозна-

* Ввиду большого числа операций и возможной неподготовленности учащихся обучение приемам такого расчета не рекомендуется. Более подготовленные учащиеся, хорошо владеющие обычной счетной линейкой, могут освоить технику подсчета в порядке самообразования.

чениями α от 0,9 до 1,4 (по три с каждой стороны). На движке линейки, кроме шкалы C , нанесена двойная шкала с обозначениями коэффициентов K и K' .

Ниже приведен порядок расчета $t_{\text{ост}}$ с помощью описанной линейки.

Случай 1 — наработка от начала эксплуатации известна.

1. Подсчитав значения $I_{\text{п}}$ и $I(t_{\text{н}})$, отмечают визирной линейкой бегунка по шкале D значение $I_{\text{п}}$ (приемы изменения порядка чисел, кратных 10 в целой степени, описаны в § 5 данной главы). Затем устанавливают движок так, чтобы значение $I(t_{\text{н}})$ на шкале C оказалось под визирной линией.

2. Не смещая движка, устанавливают визирную линию бегунка на начало шкалы C и по шкале на корпусе для заданного значения отсчитывают под визирной линией величину $t_{\text{ост}}/t_{\text{н}}$.

3. Против найденной на шкале D величины $t_{\text{ост}}/t_{\text{н}}$ устанавливают деление «1» шкалы C движка, переводят визир на значение $t_{\text{н}}$ шкалы C против значения $t_{\text{ост}}/t_{\text{н}}$ на шкале D и под визиром на шкале D отсчитывают величину $t_{\text{ост}}$.

Если при этом значение $t_{\text{н}}$ на шкале C выходит за пределы шкалы D , то необходимо перебросить движок — установить деление «10» шкалы C против значения $t_{\text{ост}}/t_{\text{н}}$ на шкале D и все действия повторить.

4. Определяют порядок цифр полученного результата в соответствии с изменением порядка цифр величины $t_{\text{н}}$ при выполнении пункта 3.

Случай 2 — наработка от начала эксплуатации неизвестна.

1. Определяют $t'_{\text{ост}}$. Для этого, подсчитав значения $I_{\text{п}}$ и I_2 , выполняют действия, аналогичные перечисленным выше, используя вместо $I(t_{\text{н}})$, $t_{\text{н}}$, $t_{\text{ост}}$ и $t_{\text{ост}}/t_{\text{н}}$ соответственно значения I_2 , $t_{\text{м}}$, $t'_{\text{ост}}$ и $t'_{\text{ост}}/t_{\text{м}}$.

2. Определяют коэффициент K' . Для этого, подсчитав значение I_1 , выполняют действия, аналогичные действиям в пунктах 1 и 2 случая 1, используя вместо $I(t_{\text{н}})$, $I_{\text{п}}/I(t_{\text{н}})$ и $t_{\text{ост}}/t_{\text{н}}$ значения I_2 , $I_{\text{п}}/I_2$, I_2/I_1 и $t'_{\text{ост}}/t_{\text{м}}$. После этого визиром отмечают значение коэффициента K на двойной шкале $K-K'$ движка и под визиром находят значение K' .

3. Определяют $t_{\text{ост}}$, перемножив величины K' и $t'_{\text{ост}}$.

Вычислитель остаточного ресурса может быть как автономным, так и встроенным, например в виде блока автоматизированной измерительной диагностической и прогнозирующей системы.

В результате прогнозирования могут быть получены следующие показатели:

изменение параметра состояния объекта диагностирования в конце заданного прогнозируемого периода; средний остаточный ресурс объекта, определяемый по формулам (49), (50), (58), (59);

остаточный ресурс с заданной доверительной вероятностью, определяемый по формуле (60);

предельный остаточный ресурс, обеспечивающий равенство функции (65);

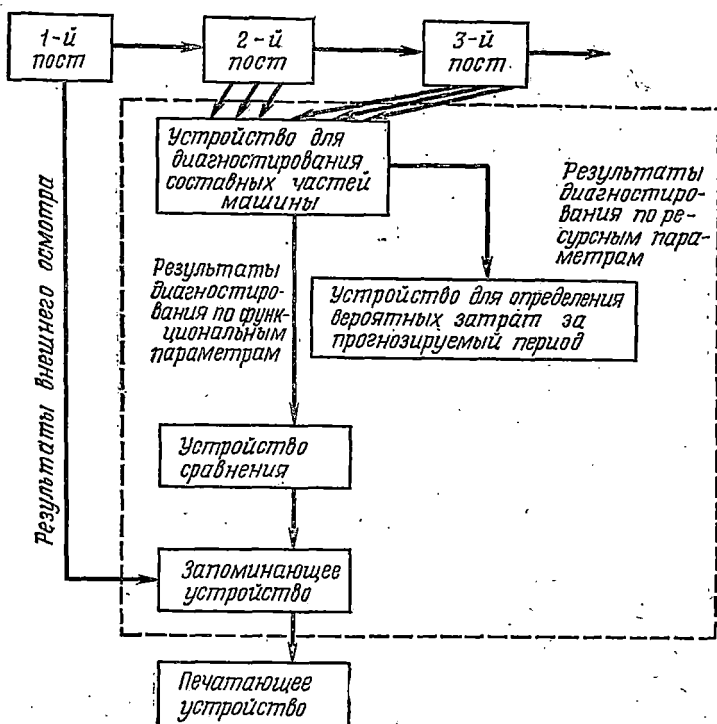


Рис. 49. Схема ввода, обработки и получения информации в автоматизированной диагностической системе.

оптимальный остаточный ресурс, определяемый по минимуму правой части неравенства (65), когда удельные издержки получаются минимальными;

вероятные удельные издержки, связанные с устранением отказа составной части в течение заданного прогнозируемого периода и с предупредительной заменой составной части в конце этого периода.

На рисунке 49 показана одна из перспективных схем ввода, обработки и получения информации в автоматизированной диагностической системе. Машину диагностируют на одном или нескольких постах (на рисунке их три). Информация о неисправностях и отказах, обнаруживаемых внешним осмотром (необходимость замены, ремонта объекта, устранение подтекания масла, охлаждающей жидкости и др.), вводится в запоминающее, а затем в печатающее устройство. Результаты диагностирования (измерений) по ресурсным (прогнозируемым) параметрам вместе с наработкой t_n от начала эксплуатации и задаваемой межконтрольной наработкой t_m вводятся в устройство для определения вероятных удельных издержек. Полученные результаты подаются в устройство сравнения, где сравниваются с нулем. Туда же поступают нормированные величины изменения функциональных (непрогнозируемых) параметров состояния, которые сравниваются с величинами допускаемых отклонений, заранее полученными путем прогнозирования по среднему статистическому (см. § 1 данной главы). Результаты сравнения анализируются, после чего поступают в запоминающее устройство и затем в печатающее устройство.

Контрольные вопросы

1. Каковы цели и задачи прогнозирования технического состояния машин?

2. Каково различие между среднестатистическим прогнозированием и прогнозированием по реализации изменения параметров состояния? Укажите преимущества и недостатки того и другого видов прогнозирования.

3. В каких случаях прогнозируют состояние машин по реализации?

4. Пользуясь графиком (рис. 45) и формулой (49), расскажите о порядке прогнозирования остаточного ресурса при известной наработке от начала эксплуатации.

5. В чем состоит особенность прогнозирования остаточного ресурса с учетом случайного характера изменения параметра?

6. Перечислите правила пользования номограммой для определения остаточного ресурса при известной и неизвестной наработке от начала эксплуатации.

7. Что такое оптимальный и предельный остаточные ресурсы?

8. Перечислите технические критерии предельного состояния дизеля.

9. По каким критериям оценивают предельное состояние составных частей машин?

Задания

1. Определите остаточный ресурс дизеля трактора МТЗ-80 до капитального ремонта, если наработка с момента поступления трактора с завода составляет 2500 ч; зазор (максимальный) в шатунном подшипнике равен 0,31 мм; номинальный и предельный зазоры соответственно равны 0,10 и 0,45 мм; показатель $\alpha = 1,4$.

Ответ. $t_{ост} = 1100$ ч.

2. При первоначальном измерении радиальный зазор в подшипниках коробки передач составил 0,21 мм. Нарботка от начала эксплуатации неизвестна. Через 960 ч указанный зазор увеличился до 0,36 мм. Определите (по номограмме) остаточный ресурс коробки передач, если известно, что номинальный и предельный зазоры в подшипниках соответственно равны 0,02 и 0,50 мм, а показатель $\alpha = 1,5$. Износ шестерен коробки незначителен; его можно не принимать в расчет.

Ответ. $t_{ост} = 750$ ч.

Раздел третий

СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Глава I

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

§ 1. Пункты технического обслуживания

Пункты технического обслуживания (ПТО) включают комплекс построек и сооружений с набором соответствующего оборудования, приспособлений и инструмента, запасных деталей и материалов, позволяющий качественно и своевременно выполнять следующие работы:

- техническое обслуживание новых или отремонтированных машин при обкатке;
- ежесменное техническое обслуживание;
- периодическое техническое обслуживание;
- сезонное техническое обслуживание;
- периодические технические осмотры;
- подготовку техники к хранению, ее обслуживанию и снятие с хранения.

Кроме того, на ПТО устраняют неисправности и отказы, возникающие в процессе использования машин, собирают новые сельскохозяйственные машины, комплектуют и регулируют машинно-тракторные агрегаты.

На территории пункта технического обслуживания размещаются мастерская, площадки для наружной мойки машин, стоянки длительного хранения и ремонта машин, навес для регулировки сельскохозяйственных машин, хранилище для нефтепродуктов, служебно-бытовое здание, источники тепло- и электроснабжения, пожарный резервуар, дороги и проезды.

При значительном удалении тракторной бригады колхоза или отделения совхоза от населенного пункта при ПТО предусматривают строительство дополнительного комплекса сооружений для бытового обслуживания работников бригады или отделения, включающего общежитие, красный уголок, столовую, душевую, место отдыха и др.

Мастерская ПТО предназначена для периодического технического обслуживания тракторов, комбайнов и других сложных сельскохозяйственных машин; сезонного технического обслуживания тракторов; периодического технического осмотра машин; устранения неисправностей и отказов машин; текущего ремонта несложной сельскохозяйственной техники. Кроме того, в мастерской ПТО заменяют неисправные составные части машин, получаемых из центральной мастерской хозяйства или ремонтных предприятий Госкомсельхозтехники СССР.

При значительном удалении ПТО от центральной мастерской и наличии передвижных средств технического диагностирования в мастерской пункта проводят ТО-3 тракторов и самоходных шасси, а также обслуживание зерноуборочных комбайнов и других сложных сельскохозяйственных машин перед постановкой на хранение.

В мастерской имеется пост технического обслуживания машин, который оснащен комплектом мастера-наладчика ОРГ-4999 ГОСНИТИ, установкой для смазывания и заправки тракторов ОЗ-4967М ГОСНИТИ, установкой для промывки смазочной системы дизелей ОМ-2801А ГОСНИТИ и стационарным компрессором, а также пост ремонта тракторов и другой сельскохозяйственной техники.

Пост также может быть оборудован электромеханическим (ОЗ-972 ГОСНИТИ) или пневматическим (ОЗ-1153А ГОСНИТИ) смазочным нагнетателем, а также передвижной установкой ОЗ-9902 ГОСНИТИ для смазывания и заправки тракторов.

Комплект оснастки мастера-наладчика ОРГ-4999 ГОСНИТИ предназначен для ТО-1 и ТО-2 тракторов. Он включает в себя верстак с приставкой, шкаф, установку для мойки деталей, монтажный стол и др.

С помощью приборов, приспособлений, инструмента и инвентаря, входящего в комплект, выполняют контрольно-регулирующие, слесарно-монтажные, очистительно-моечные и другие работы.

Площадка (пост) для наружной мойки машин необходима для мойки и очистки сельскохозяйственных машин в теплое время года. В комплекс площадки (типовой проект № 816—73) входят насосная, кладовая для хранения инвентаря, гардероб, резер-

вуар для чистой воды вместимостью 20 м³, грязеотстойник с бензомаслоуловителем и маслосборный колодец.

На зимний период всю систему, включая грязеотстойник, освобождают от воды, а маслосборный колодец — от масел.

В зависимости от климатических и других условий посты мойки оборудуют насосной установкой ОМ-830М ГОСНИТИ, пароводоструйным очистителем ОМ-3360 ГОСНИТИ или моечной установкой 1112.

Площадки для стоянки машинно-тракторных агрегатов и длительного хранения машин устраивают на территории ПТО.

В зависимости от числа обслуживаемых машин оборудуют 3...4 площадки для межсменной стоянки машин, а также 2...4 площадки для хранения машин. Площадки для межсменной стоянки выполняют из песчано-глинистой смеси, а площадки для хранения — из гравийной смеси. Проезды между площадками (естественный грунт) засевают многолетними травами. Ширина площадок не менее 12 м, что позволяет ставить машины в два ряда. Для стока дождевых и талых вод их делают с уклоном.

Навес для регулировки сельскохозяйственных машин оборудован монорельсом и ручной талью грузоподъемностью 3,2 т. Его располагают по центру бетонированной площадки на высоте 5,1 м над ее поверхностью.

Монорельс с талью позволяет выполнять следующие операции:

- поднимать сельскохозяйственные машины с проезда и устанавливать их на бетонированную площадку;

- снимать машины с автомобиля или прицепа при доставке их для регулировки;

- грузить отрегулированные машины и орудия на транспортные средства;

- снимать с тракторов и навешивать на них отрегулированные навесные машины и орудия;

- приподнимать машины при их регулировке во взвешенном состоянии.

Пост заправки машин включает топливозаправочную площадку и маслосклад. В зависимости от количества обслуживаемых тракторов типовыми проектами рекомендуется четыре типа топливораздаточных площадок, предназначенных для приема дизельного

топлива и бензина из автоцистерн на хранение и для заправки машин топливом с одновременным автоматическим его учетом.

Для заправки тракторов и самоходных шасси дизельным топливом применяют топливораздаточную колонку КЭР-40-1 (ОЗ-1769 ГОСНИТИ) с электрическим приводом.

Маслосклад (типовой проект № 704-3-11) предназначен для хранения бочек с маслами и смазочными материалами, а также противопожарной тары. Он снабжен двумя маслораздаточными насосами-дозаторами ОЗ-1559 ГОСНИТИ (по одному на каждый вид масла).

§ 2. Технологическое оборудование постов мойки, заправки и техобслуживания ПТО

Насосная установка ОМ-830М ГОСНИТИ для наружной мойки машин водой состоит из электродвигателя, водяного насоса с шлангами и пистолета-брендспойта, с помощью которого можно получать сосредоточенную (кинжальную) и веерную струи.

Пароводоструйный очиститель ОМ-3360 ГОСНИТИ предназначен для наружной мойки машин пароводяной смесью, холодной или горячей водой. В него входят топливный бак, бак для концентрированного раствора, теплообменник, электрошкаф, электродвигатель, насосы водяной, топливный и масляный, вентилятор, паровой фильтр, ресивер, напорный и всасывающий шланги, ствол, кожух и щиток управления. Вода из источника подается в теплообменник, где за счет тепла от сгорания жидкого топлива она нагревается и в виде пароводяной смеси поступает в ствол.

Моечная установка 1112 для наружной мойки машин водой состоит из электродвигателя, водяного насоса, двух напорных шлангов с моечными пистолетами, всасывающего шланга с фильтром и обратным клапаном. Установка смонтирована на раме, снабженной тремя колесами. В процессе мойки водяную струю можно видоизменять, делая ее сосредоточенной или веерообразной.

Установка ОМ-2871А ГОСНИТИ применяется для промывки смазочной системы дизелей, а также для смазывания промытых трущихся поверхностей чистым моторным маслом. Она включает в себя бак-основание

с колесами, разделенный перегородкой на две емкости (для моющей жидкости и моторного масла, электронагреватели, электродвигатель, насос с фильтром, напорный шланг и сливную воронку. Температура моющей жидкости контролируется термометром и поддерживается в заданных пределах с помощью терморегулятора. Смазочную систему промывают при неработающем дизеле. В качестве моющей жидкости применяют масло индустриальное 20 или смесь дизельного топлива (80%) с моторным маслом (20%).

Установка ОЗ-4967М ГОСНИТИ служит для заправки емкостей (картеров) маслами, сбора отработанных масел, смазывания узлов трения солидолом и подкачки шин сжатым воздухом. Она состоит из маслораздаточных пистолетов, к которым масло подается из емкости с помощью насосов, и переносной ванны, куда сливают отработанное масло и затем перекачивают насосом в емкость для отработанных масел. Узлы трения смазывают при помощи переносного пневматического смазочного нагнетателя через пресс-масленки. Для накачки шин используют наконечник воздухораздаточного шланга или обдувочный пистолет.

Передвижная установка ОЗ-9902 ГОСНИТИ используется для смазывания и заправки моторным маслом, сбора отработанного масла, смазки трущихся сопряжений через пресс-масленки, продувки сердцевин радиаторов и других составных частей машин, подкачки шин, нанесения антикоррозионных смазок и подкраски поверхностей машин. В установку входят рама с четырьмя колесами, кожух, компрессор, два бака для моторного масла, бак для отработанного масла, бункер для солидола, бак для антикоррозионной смазки, раздаточные рукава, пневматический смазочный нагнетатель, пульт управления, ящик с набором инструмента.

Электромеханический смазочный нагнетатель ОЗ-972 ГОСНИТИ для механизированного смазывания подшипниковых узлов солидолом через пресс-масленки состоит из корпуса, смонтированного на трех колесах, бункера для солидола, насоса высокого давления с приводом от электродвигателя и напорного рукава со смазочным пистолетом.

Пневматический смазочный нагнетатель ОЗ-1153А для механизированной смазки подшип-

никовых узлов солидолом через пресс-масленки включает в себя бункер с зарядным штуцером, ручной пистолет-нагнетатель и воздушный рукав. Для работы нагнетателя необходим сжатый воздух.

Топливораздаточная колонка КЭР-40-1 (ОЗ-1769 ГОСНИТИ) для заправки машин профильтрованным дизельным топливом (с одновременным учетом его количества в объемных единицах) имеет приводной насос с электродвигателем, фильтр тонкой очистки топлива, ручной насос, счетчик жидкости и рукав с раздаточным краном для отпуска топлива. Ручной насос используют при отсутствии электроэнергии.

Маслораздаточная колонка 367М предназначена для заправки дизелей моторным и автотракторным маслами и одновременного учета количества заправленного масла. В нее входят насос, электродвигатель, устройство для автоматического включения и выключения электродвигателя, объемный счетчик жидкости и рукав с раздаточным краном.

Установка 3119А служит для заправки картеров силовой передачи и ходовой системы машин трансмиссионным маслом. Она состоит из шестеренчатого насоса, электродвигателя, рукава с раздаточными кранами, а также устройства для автоматического включения и выключения электродвигателя.

§ 3. Передвижные механизированные заправочные агрегаты

Назначение передвижных заправочных агрегатов — заправка машин нефтепродуктами и водой на месте работы (в полевых условиях). Эти агрегаты подразделяются на самоходные (ОЗ-415, ОЗ-415М, ОЗ-1664, ОЗ-1926), смонтированные на шасси автомобилей различных марок, и прицепные (ОЗ-1362, ОЗ-1401, ОЗ-1362И, ОЗ-1401И), смонтированные на шасси двухосных тракторных прицепов.

Самоходные заправочные агрегаты используют преимущественно в бригадах и отделениях, расположенных на значительном расстоянии от склада нефтепродуктов (20...30 км) и имеющих свыше 40 тракторов и комбайнов. При небольших радиусах обслуживания и малом количестве обслуживаемых машин предпочтительнее прицепные агрегаты.

Каждый агрегат снабжен цистерной для дизельного топлива и баками для масел и воды. Для перекачки дизельного топлива имеется центробежный вихревой насос. Заправляют машины маслами и охлаждающей водой под давлением сжатого воздуха. С этой целью на агрегате установлен компрессор (он же вакуум-насос).

Привод вихревого насоса и компрессора у самоходного агрегата осуществляется от двигателя автомобиля через коробку передач, коробку отбора мощности и карданный вал, у прицепного — от раздельно-агрегатной гидравлической системы трактора-тягача или самостоятельного двигателя.

Агрегаты оборудованы пневматическим смазочным нагнетателем.

Для очистки дизельного топлива от механических примесей и воды они снабжены фильтром тонкой очистки. Выданное топливо учитывается объемным счетчиком жидкости. Уровень жидкостей в баках контролируют с помощью указателей уровней.

На агрегатах имеются ресиверы нагнетания и всасывания, кран для распределения сжатого воздуха, раздаточные краны и рукава, напорно-всасывающий рукав, а также противопожарный инвентарь.

§ 4. Передвижные агрегаты технического обслуживания и ремонтные мастерские

Передвижные агрегаты технического обслуживания в основном используют при обслуживании машин, работающих на значительном удалении от полевого стана или усадьбы бригады (отделения).

Промышленность выпускает следующие типы агрегатов:

АТО-9966А ГОСНИТИ — на шасси автомобиля ГАЗ-66-01;

АТО-9966Б ГОСНИТИ — на шасси автомобиля ГАЗ-52-01;

АТО-9966-04 ГОСНИТИ — на шасси автомобиля ГАЗ-52-04;

АТО-4822 ГОСНИТИ — на шасси автомобиля ГАЗ-52-01;

АТО-1500Г — на тракторном прицепе 2ПТС-4М с автономным двигателем УД-2С-М1 для привода механизмов;

АТО-1768А ГОСНИТИ — на самоходном шасси Т-16М и одноосном автомобильном прицепе ГАЗ-704 грузоподъемностью 0,5 т.

Данные агрегаты позволяют выполнять следующие операции:

- мойку и очистку машин;
- промывку составных частей в промывочной жидкости;

- сбор отработанных масел и заправку емкостей свежими маслами;

- смазывание трущихся сопряжений консистентными смазками;

- заправку машин дизельным топливом и системы охлаждения водой;

- подогрев воды и смазочных материалов;

- проверку технического состояния отдельных составных частей машин и при необходимости подкачку в шины воздуха;

- продувку сердцевин радиаторов сжатым воздухом;

- устранение мелких неисправностей.

Передвижные ремонтные мастерские предназначены для устранения неисправностей машин в полевых условиях.

В сельском хозяйстве применяют мастерские МПР-817А, МПР-3901 и ЛуАЗ-37031. Они оснащены однотипным оборудованием, а отличаются друг от друга конструкцией кузовов, расположением и устройством рабочих мест, типами автомобильных шасси.

Оборудование мастерских позволяет проводить грузоподъемные, разборочно-сборочные, слесарные, сварочные, жестяницкие, столярные, регулировочные, а также диагностические работы, связанные с поиском и устранением неисправностей. Вся оснастка мастерской размещена в закрытом кузове. На автомобильном прицепе мастерской смонтирован электросварочный агрегат.

§ 5. Диагностические комплекты

Переносной комплект КИ-13901Ф ГОСНИТИ предназначен для диагностирования машин при ТО-1 и ТО-2, а также выявления наиболее часто встречающихся неисправностей при заявочном диагностировании. Кроме того, комплект используют инспекторы Госсель-

технадзора при технических осмотрах и проверке качества технического обслуживания машин.

Комплект КИ-13901Ф целесообразно применять в бригадах и отделениях хозяйства, не располагающих комплектом оснастки мастера-наладчика ОРГ-4999 ГОСНИТИ.

Передвижная диагностическая установка КИ-4270А ГОСНИТИ служит для диагностирования тракторов при ТО-3 и при периодических технических осмотрах, диагностирования зерноуборочных и специальных комбайнов по окончании уборочных работ, выявления неисправностей и отказов при заявочном диагностировании составных частей машин. Она позволяет диагностировать тракторы и комбайны всех марок. Комплект оборудования размещен в кузове-фургоне автомобиля УАЗ-452 или УАЗ-451. Наборы средств диагностирования составлены по технологическим признакам и уложены в контейнеры, удобные для переноски к объекту диагностирования. При транспортировании контейнеры закрепляют на стеллаже, смонтированном в кузове-фургоне, а при диагностировании их укладывают на раскладном столе около трактора или комбайна.

Кроме средств диагностирования, установка содержит набор слесарного инструмента для устранения мелких неисправностей и некоторые материалы и инвентарь, требующиеся при диагностировании.

Техническое состояние машин при помощи передвижной диагностической установки проверяют на пункте технического обслуживания или на центральной усадьбе хозяйства в соответствии с технологией диагностирования.

Комплект КИ-13905 ГОСНИТИ линейной диагностической службы предназначен для тех же целей, что и установка КИ-4270А ГОСНИТИ. Он также размещен в кузове-фургоне автомобиля УАЗ-452 (УАЗ-451). Комплект состоит из передвижной установки, содержащей набор универсальных средств диагностирования, и стационарной колонки специальных и редко используемых средств. Одна такая колонка рассчитана на четыре-пять передвижных установок.

Колонка специальных средств хранится на складе райсельхозтехники.

Комплект КИ-13905 введен взамен диагностической установки КИ-4270А.

Передвижные ремонтно-диагностические мастерские ГОСНИТИ-3 (МПР-817Д) и ГОСНИТИ-4 (МПР-9924) применяют для выявления и устранения неисправностей в межконтрольный период при плановом техническом обслуживании машин, а также для диагностирования составных частей машин в процессе технического обслуживания.

Мастерская ГОСНИТИ-3 смонтирована на шасси автомобиля ГАЗ-51А в деревянном кузове, обшитом снаружи металлическим листом, а мастерская ГОСНИТИ-4 — на шасси автомобиля ГАЗ-52-01 в цельнометаллическом кузове каркасного типа. Обе мастерские снабжены выносным брезентовым тентом для защиты персонала от солнечных лучей и дождя. Они также оснащены сварочным агрегатом, установленным на автомобильном прицепе, генератором, подъемным устройством с лебедкой, стеллажом с контейнерами для средств диагностирования, верстаком с набором слесарного и режущего инструмента, демонтно-монтажными приспособлениями. На отдельных верстаках закреплены штатив с электродрелью, тиски, точильный аппарат и прибор для испытания и регулирования форсунок.

С помощью ремонтно-диагностических мастерских машины обслуживают на ПТО или центральной усадьбе хозяйства.

Стационарный комплект КИ-5308А ГОСНИТИ служит для диагностирования тракторов и комбайнов соответственно при ТО-3 и окончании уборочных работ на предприятиях Госкомсельхозтехники СССР, а также в хозяйствах, имеющих более 80 тракторов.

Комплект устанавливают на посту диагностирования и технического обслуживания, оборудованном осмотровой канавкой, диагностической установкой КИ-4935 ГОСНИТИ (поставляется отдельно) и обеспеченном водой, дизельным топливом, маслами и смазками, а также электроэнергией. Комплект включает в себя рабочее место мастера-диагноста с приспособлениями и инструментом для регулировочных работ, два шкафа со средствами диагностирования, компрессорно-вакуумную установку, переносной стол для работы, устройство для слива отработанных масел и отвода отработавших газов, а также другую оснастку.

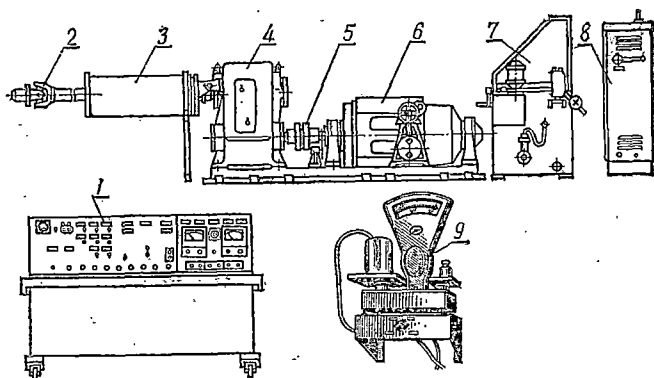


Рис. 50. Установка КИ-4935 ГОСНИТИ для диагностирования тракторов:

1 — пульт управления; 2 — карданный вал; 3 — ограждение; 4 — редуктор; 5 — упругая муфта; 6 — балансирующая электрическая машина; 7 — жидкостный реостат; 8 — электросилового шкафа; 9 — расходомер топлива.

Установка КИ-4935 ГОСНИТИ (рис. 50) позволяет проверять мощностные и топливные показатели тракторных дизелей, создавать необходимые при диагностировании тепловые режимы работы дизеля, определять мощность механических потерь в силовой передаче, контролировать давление масла в главной магистрали смазочной системы дизеля, диагностировать отдельные составные части дизеля, в частности топливную аппаратуру, при прокрутке коленчатого вала с помощью электрической машины. Кроме того, установку можно использовать для холодной и горячей обкатки тракторных и комбайновых дизелей после текущего ремонта.

В установку входят балансирующая электрическая машина 6, жидкостный регулировочный реостат 7, электросилового шкафа 8, редуктор 4, карданный вал 2, пульт управления 1 и расходомер топлива 9.

Электрическая машина может работать в режиме двигателя с отдачей электроэнергии на привод механизмов объекта диагностирования и в режиме генератора (тормоза) с отдачей электроэнергии на нагрев реостата (с последующей отдачей ее в охлаждающую среду) или в сеть.

Для измерения крутящего момента электрическая машина снабжена маятниковым динамометром. При испытании дизеля момент от ВОМ, присоединяемого к

тормозу карданным валом, передается на корпус электрической машины, который связан с маятниковым динамометром через эксцентриковый валик. От переднего конца вала электромашины парой цилиндрических шестерен приводится в действие измерительный преобразователь электродистанционного тахометра.

Стенд КИ-8927 ГОСНИТИ (КИ-8948 ГОСНИТИ) предназначен для проверки тягово-экономических показателей, состояния силовой передачи (мощности, механических потерь), колесных и стояночного тормозов, гидравлической системы навесного устройства и электрооборудования колесных тракторов. С помощью этих стендов пускают, а также прокручивают дизели при диагностировании топливной аппаратуры, цилиндро-поршневой группы (отдельных цилиндров) и других составных частей трактора.

Стенд включает в себя приводной блок с четырьмя беговыми барабанами, опорный блок с двумя беговыми барабанами для неотключаемых передних ведущих мостов (тракторов МТЗ-52, МТЗ-52Л, Т-40А, Т-40АМ), жидкостный реостат, приспособление для диагностирования гидравлической системы навесного устройства, пульт управления, догрузочное устройство, расходомер топлива и систему отсоса отработавших газов диагностируемого трактора.

Нагрузочно-приводная станция приводного блока состоит из редуктора ЦДН-50 и электрической машины АҚБ 92-8, которая может работать как в генераторном, так и в двигательном режимах с регулированием нагрузки и частоты вращения при помощи жидкостного реостата.

Пульт дистанционного управления позволяет одному оператору (мастеру-диагносту), находящемуся в рабочей зоне поста технического диагностирования или в кабине трактора, пускать и останавливать стенд, реверсировать и плавно изменять частоту вращения беговых барабанов, устанавливать и снимать трактор с поста, включать систему отсоса газов, диагностировать перечисленные выше составные части трактора.

Догрузочное устройство стенда обеспечивает прижатие заднего моста трактора с целью повышения точности определения тягово-экономических показателей.

Расходомер непрерывного измерения позволяет в любой момент находить величину расхода топлива путем

Таблица 4. Средства измерений, входящие в диагностические комплекты

Диагностическое средство	Проверяемый параметр	Диагностический комплект					
		КИ-13901Ф	КИ-4270А	КИ-13905	МПР-817Д	МПР-9924	КИ-5308А
Устройство КИ-5472 ГОСНИТИ	Давление в смазочной системе дизеля, загрязненность фильтра гидросистемы	+	+	+	+	+	+
Индикатор КИ-4887-II ГОСНИТИ	Состояние цилиндро-поршневой группы, герметичности клапанов газораспределения	—	+	+	+	+	+
Автостетоскоп ТУ 11Бс0-003	Стуки и шумы в механизмах	+	+	+	+	+	+
Секундомер СОПпр26-3 или С-1-2а	Состояние центробежного маслоочистителя и гидравлической системы	+	+	+	+	+	+
Индикатор КИ-9912 ГОСНИТИ	Загрязненность ротора центробежного маслоочистителя	+	+	+	+	+	+
Устройство КИ-4801 ГОСНИТИ	Состояние подкачивающего насоса, фильтрующих элементов тонкой очистки топлива и перепускного клапана	—	+	+	+	+	+
Устройство КИ-8920 ГОСНИТИ	Натяжение ремней вентилятора, генератора, компрессора	+	+	+	+	+	+
Вакуум-анализатор КИ-5315 ГОСНИТИ	Герметичность отдельных цилиндров	—	+	+	+	+	+
Устройство КИ-11140 ГОСНИТИ	Суммарный зазор в верхней головке шатуна и в шатунном подшипнике	—	+	+	+	+	+
Компрессорно-вакуумная установка КИ-4942 ГОСНИТИ или КИ-13907 ГОСНИТИ	Зазоры в кривошипно-шатунном механизме, состояние уплотнений	—	+	+	—	—	+

Диагностическое средство	Проверяемый параметр	Диагностический комплект					
		КИ-13901Ф	КИ-4270А	КИ-13905	МПР-817Д	МПР-9924	КИ-5308А
Устройство КИ-9918 ГОСНИТИ	Тепловой зазор в клапанном механизме	+	+	+	+	+	+
Определитель момента начала топливopодачи и фаз газораспределения КИ-13902 ГОСНИТИ	Угол начала подачи топлива, фазы газораспределения	+	+	+	+	+	+
Штангенциркуль ШЦ-1-125 (ГОСТ 166-73)	Линейные размеры	+	+	+	+	+	+
Устройство КИ-4802 ГОСНИТИ	Давление, развиваемое плунжерными парами при пусковой частоте вращения коленчатого вала; неплотности нагнетательных клапанов	—	+	+	+	+	+
Приспособление КИ-9917 ГОСНИТИ	Давление впрыска (без снятия форсунок с дизеля), состояние прецизионных пар	+	+	+	+	+	+
Прибор КИ-562 ГОСНИТИ	Давление впрыска и качество распыливания топлива	—	+	+	+	+	+
Сигнализатор ОР-9928 ГОСНИТИ	Загрязненность воздухоочистителя	+	+	+	+	+	+
Устройство КИ-4870 ГОСНИТИ	Герметичность соединений воздухоочистителя и впускного воздушного тракта	+	+	+	+	+	+
Часовой тахометр ТЧ10-Р (ГОСТ 21339—75) или тип 751	Частота вращения коленчатого вала дизеля и пускового двигателя, мощность дизеля	+	+	+	+	+	+

Диагностическое средство	Проверяемый параметр	Диагностический комплект					
		КИ-13901Ф	КИ-4270А	КИ-13905	МПР-817Д	МПР-9924	КИ-5308А
Топливомер КИ-4818 ГОСНИТИ	Подача секций топливного насоса дизеля и неравномерность подачи топлива	—	+	—	+	+	—
Термометр УТ-201Г (ТУ 37-003-169—72)	Тепловой режим дизеля, состояние рабочих термометров	—	+	+	+	+	+
Термометр ГОСТ 215—73	Тепловой режим дизеля, состояние рабочих термометров	+	—	—	—	—	—
Измеритель мощности ИМД-2М	Мощность дизеля	—	—	—	—	—	+
Тракторный люфтомер КИ-4813 ГОСНИТИ	Суммарный зазор в механизмах силовой передачи	—	+	+	+	+	+
Приспособление ОПР-484-20 или динамометрический ключ КД-00	То же	—	+	+	+	+	+
Устройство КИ-5454 ГОСНИТИ	Износ переключаемых шестерен механических коробок передач	—	—	+	+	+	+
Штангензубомер типа 756 или зубомер ЗИМ-16	Износ зубьев шестерен силовой передачи по толщине и на конус	—	+	+	+	+	+
Приспособление КИ-4850 ГОСНИТИ	Зазоры в подшипниках силовой передачи и ходовой системы	—	+	+	+	+	+
Приспособление КИ-4943 ГОСНИТИ	Зазоры в подшипниках конечных передач тракторов Т-74, ДТ-54А	—	+	+	+	+	+
Шупы — набор № 4 (ГОСТ 882—75)	Зазоры в сочленениях (муфт сцепления и др.)	+	+	+	+	+	+

Диагностическое средство	Проверяемый параметр	Диагностический комплект					
		КИ-13901Ф	КИ-4270А	КИ-13905	МПР-817Д	МПР-9924	КИ-5308А
Измерительная металлическая линейка 1—300 (ГОСТ 427—75)	Ход педалей тормозов и муфты сцепления, ход штоков тормозных камер	+	—	—	—	—	—
Динамометр ДПУ-0,02-2 (ГОСТ 13867—68)	Состояние непостоянно замкнутых муфт сцепления и муфт поворота	—	+	+	+	+	+
Устройство КИ-8913А ГОСНИТИ	Износ гусеничных цепей	—	+	+	+	+	+
Устройство КИ-5453 ГОСНИТИ	Состояние подшипниковых уплотнений ходовой системы гусеничных тракторов	—	+	+	+	+	+
Измеритель КИ-13903 ГОСНИТИ	Натяжение гусеничных цепей	+	+	+	+	+	+
Наконечник с манометром НИИАТ-458М	Давление в шинах колес и подкачка воздуха в шины	—	—	—	—	—	+
Шинный манометр МД-214 (ГОСТ 9921—68)	Давление в шинах колес	+	+	+	+	+	—
Универсальная линейка КИ-650 ГОСНИТИ	Сходимость передних колес	—	+	+	+	+	+
Прибор К-402	Свободный ход рулевого колеса и усилие на его ободе	+	+	+	+	+	+
Устройство КИ-5473 ГОСНИТИ	Подача масляного насоса гидросистемы, давление открытия предохранительного клапана и срабатывания автоматов золотников распределителя	—	+	+	+	+	+
Аккумуляторный денсиметр ГОСТ 895—66	Плотность и уровень электролита	+	+	+	+	+	+

Диагностическое средство	Проверяемый параметр	Диагностический комплект					
		КИ-13901Ф	КИ-4270А	КИ-13905	МПР-817Д	МПР-9924	НИ-8308А
Нагрузочная вилка ЛЭ-2 или устройство КИ-5514	Заряженность аккумуляторных батарей	+	+	+	+	+	+
Переносной вольтамперметр КИ-1093 ГОСНИТИ	Состояние электрооборудования	—	+	+	+	+	+
Комбинированный прибор Ц-4324	То же	+	—	—	—	—	—
Устройство Э-204	Показания контрольно-измерительных приборов	—	+	—	—	—	+

Примечания: 1. Знак «+» — диагностическое средство входит в комплект; знак «—» — диагностическое средство не входит в комплект.

2. Шинный манометр МД-214 в комплект передвижных средств не входит, так как поставляется в комплекте инструмента, прилагаемого к автомобилю.

непосредственного отсчета по шкале. Принцип действия расходомера основан на использовании перепада давления в дросселирующем отверстии диафрагмы, зависящего от количества топлива, которое перетекает через диафрагму.

Стенд КИ-8948 отличается от стенда КИ-8927 более компактным расположением приводного блока и повышенным скоростным режимом (минимальная имитируемая скорость 23,2 км/ч вместо 20,5 км/ч).

Стенд КИ-8927 ГОСНИТИ (КИ-8948 ГОСНИТИ) применяют на постах диагностирования станций технического обслуживания тракторов при ТО-2 и ТО-3.

Агрегат КИ-3967М ГОСНИТИ для диагностирования комбайнов используется при ТО-2 (по окончании уборочных работ). В него входят средства измерений, размещенные внутри шкафа-тележки на полках, подвижном поддоне и верхней крышке. Кроме того, внутри шкафа на одной из откидных крышек имеется столик оператора и панель управления. В задней части агре-

регата смонтировано устройство для опрессовки системы охлаждения, бак для воды, ручной насос и шланг для подачи воды.

Агрегат можно перевозить вручную, а также буксировать транспортом.

В таблице 4 указаны средства измерений, входящие в диагностические комплекты.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение пунктов технического обслуживания?
2. Перечислите основное технологическое оборудование ПТО.
3. Какие работы можно выполнять с помощью агрегатов технического обслуживания?
4. Назовите передвижные средства диагностирования. В чем их различие?
5. Объясните назначение установки КИ-4935 ГОСНИТИ и стендов КИ-8927 ГОСНИТИ, КИ-8948 ГОСНИТИ.
6. Для каких целей предназначен переносной комплект КИ-13901Ф ГОСНИТИ? Какие средства измерений входят в этот комплект?

Глава II

НЕИСПРАВНОСТИ ТРАКТОРОВ*

§ 1. Характеристика неисправностей и причины их возникновения

При техническом обслуживании тракторов механизаторам приходится сталкиваться с неисправностями и отказами, возникающими в процессе эксплуатации. Мастер-диагност должен быстро и безошибочно устанавливать причины их возникновения. Для этого ему необходимо знать, как часто встречаются те или иные нарушения в работе механизмов трактора, их внешние признаки (симптомы) и располагать соответствующими средствами диагностирования.

Дизель. Неисправности дизеля чаще всего возникают вследствие нарушения тепловых и нагрузочных режимов работы, а также при использовании некачественных сортов топлива и моторного масла.

При пуске холодного дизеля температура воздуха в конце сжатия может быть недостаточной для самовос-

* Неисправности дизеля, пускового двигателя и электрооборудования являются общими для всех самоходных машин (тракторов и комбайнов).

пламенения рабочей смеси, вследствие чего двигатель долго не пускается. В этих условиях чрезмерно застывшее картерное масло не поступает к стенкам цилиндров, вследствие чего происходит усиленное изнашивание деталей цилиндро-поршневой группы.

При работе непрогретого дизеля вязкость масла значительно выше, чем при нормальном тепловом режиме. Поэтому увеличивается трение между поверхностями, а значит, усиливается выделение тепла. С увеличением нагрузки возрастает удельное давление на трущиеся поверхности и тепловыделение резко повышается, что вызывает разжижение смазки, находящейся между трущимися поверхностями, и вытекание ее из зазоров. В то же время поступление на поверхности трения свежей загустевшей смазки затруднено, так как в маслопроводах температура масла намного ниже, чем на поверхностях трения. В результате этого количество масла, вытекающего из непрогретых подшипников, может быть больше, чем поступающего в них.

Таким образом, у непрогретого дизеля детали работают при недостаточном поступлении масла, что влечет за собой усиленное молекулярно-механическое изнашивание трущихся поверхностей. При этом особенно тяжелые условия создаются в кривошипно-шатунном механизме, испытывающем значительные знакопеременные нагрузки от давления газов и сил инерции. По указанной причине наряду с усиленным изнашиванием сопряженных деталей на них образуются задиры (например, на шатунных шейках коленчатого вала, вкладышах и гильзах цилиндров).

По мере разогревания смазочной системы несоответствие между количеством вытекающего масла и подачей его к подшипникам сглаживается и при достижении нормальной температуры совсем устраняется.

Недопустимо тяжелые условия создаются для шатунных подшипников в случае пуска холодного двигателя с помощью буксира, когда к коленчатому валу прикладывается очень большой крутящий момент. При этом возможны заедания шатунных подшипников, срыв шпонки масляного насоса и даже изгиб шатунов.

При работе переохлажденного дизеля между поршневыми кольцами и зеркалом цилиндра образуются просветы, которые исчезают по мере прогревания двигателя. Это объясняется тем, что по мере охлаждения

гильз вследствие переохлаждения горячих и холодных зон происходят значительные температурные деформации гильз. Поэтому во время прогрева холодного двигателя наблюдаются усиленный прорыв газов в картер и угар картерного масла, что, в свою очередь, ухудшает работу поршневых колец, создает условия для повышенного коксообразования в поршневых канавках, влекущего к залеганию колец. Кроме того, в непрогретом масле вследствие его усиленного окисления образуются смолистые вещества, также способствующие закоксовыванию поршневых колец. Причиной повышенного смолообразования может быть и плохая фильтрация холодного масла. Смолистые осадки, отлагаясь и накапливаясь на поверхности компрессионных колец, постепенно заполняют зазоры между поршневыми канавками и кольцами, препятствуя свободному передвижению последних. Под действием рабочих газов накопившиеся отложения выталкиваются внутрь канавок и продвигаются дальше вокруг колец. Наконец, движение колец настолько затрудняется, что они утрачивают способность пружинить.

Немалый вред приносят дизелю его перегрузка и перегрев. При перегреве вода в радиаторе кипит, а температура картерного масла превышает 100°C . Наряду с усиленным старением масла возрастает интенсивность изнашивания деталей (вследствие сильного разжижения смазочного слоя и значительных температурных деформаций деталей). В водяной рубашке дизеля в зонах наибольшего нагрева (перемычки клапанов в головке цилиндров и верхняя часть гильз) образуются паровые мешки, способствующие значительному короблению указанных деталей, прогоранию прокладки головки цилиндров и образованию трещин в днище головки. Вследствие чрезмерно высокой температуры стенок камеры сгорания и масляного слоя происходит усиленное нагарообразование, которое влечет за собой ухудшение отвода тепла от поверхностей нагрева. Перегрев двигателя чаще всего возникает в результате его перегрузок, наличия в системе охлаждения большого количества накипи, загрязнения трубок радиатора, обрыва или пробуксовывания ремня вентилятора, неисправностей водяного насоса.

По мере изнашивания дизеля увеличивается угар (потери) картерного масла вследствие попадания его в

камеру сгорания и уноса с отработавшими газами, а также горения, испарения и термического разложения (старения) масла в условиях высоких температур и давления. Угар зависит главным образом от износа деталей цилиндро-поршневой группы, а также от нагрузочного и теплового режимов работы двигателя. При оценке технического состояния цилиндро-поршневой группы угар масла выражают в процентном отношении к расходу топлива за один и тот же период работы.

Чрезмерный износ и неисправности механизмов дизеля влекут за собой возникновение стуков в сопряжениях, ухудшение процесса сгорания, снижение мощностных и экономических показателей, перебои в работе двигателя и др. Изношенный (неисправный) двигатель трудно пускается, особенно в холодную погоду.

Дизель представляет собой сложную систему отдельных составных частей, находящихся во взаимосвязанном состоянии. Многие неисправности в его работе проявляются одинаковыми внешними признаками. Чтобы их различить, необходимо иметь определенный навык. Неисправности дизеля часто находят методом исключения. Например, при работе четырехцилиндрового дизеля на трех цилиндрах неработающий цилиндр выявляют путем поочередного выключения подачи топлива.

Чтобы предупредить преждевременный износ дизеля и возникновение различных неисправностей, необходимо выполнять следующие требования: 1) перед пуском в холодную погоду подогревать картерное масло и заливать в систему охлаждения горячую воду; 2) во время прогрева двигателя нагружать его постепенно, доводя до полной нагрузки при температуре воды в системе охлаждения не ниже 60°C и температуре масла в картере не ниже 50°C ; 3) следить за тем, чтобы дизель долгое время не перегружался, и не допускать его перегрева; 4) не допускать работы с перебоями; 5) не давать дизелю непрерывно работать на холостом ходу более 20 мин.

При эксплуатации наблюдаются неисправности дизельной топливной аппаратуры; они составляют 75% всех неисправностей и отказов, происходящих в тракторных дизелях. Наиболее частые из них — неудовлетворительная работа форсунок, неравномерная подача топлива насосными элементами, задиры на рабочих по-

верхностях; заедание и преждевременный износ прецизионных пар, слишком ранний или, наоборот, поздний впрыск топлива в цилиндры, неудовлетворительная работа регулятора частоты вращения и др. Основные причины перечисленных неисправностей — небрежное хранение дизельного топлива, заправка трактора неотстоенным и нефilterованным топливом, несоблюдение правил технического обслуживания системы питания, а также несвоевременная и некачественная регулировка топливной аппаратуры. Чтобы обеспечить бесперебойную работу топливной аппаратуры в течение длительного периода необходимо тщательно отстаивать и фильтровать дизельное топливо, не допускать попадания в него воды, своевременно сливать отстой из топливного бака и корпусов фильтров, промывать и заменять фильтрующие элементы, доливать масло в корпуса топливного насоса и регулятора и промывать их при замене масла.

Пусковой двигатель и редуктор. Несмотря на кратковременную работу, пусковые двигатели и редукторы часто выходят из строя преждевременно вследствие небрежного обслуживания их и нарушения правил пуска дизеля.

Очень часто трактористы-машинисты и комбайнеры при пуске дизеля сразу же включают подачу топлива (без предварительного прогрева камер сгорания при включенной компрессии). Это в значительной степени затрудняет пуск, так как впрыскиваемое топливо замедляет прогрев воздуха, поступающего в цилиндры. При трудном пуске дизеля, обуславливающим длительную работу пускового двигателя, последний перегревается, что влечет за собой усиленное изнашивание деталей цилиндрико-поршневой группы, закоксовывание поршневых колец, нагарообразование и задиры на поверхностях трения. Причинами перегрева пускового двигателя могут быть наличие толстого слоя накали в водяной рубашке, неисправности в системах питания и зажигания, нехватка охлаждающей жидкости и др.

Длительная работа и перегрев пускового двигателя ведут к преждевременному выходу его из строя. Нельзя допускать работу двигателя с перебоями и на слишком богатой смеси, так как при этом несгоревшее топливо смывает смазку со стенок цилиндра, а также разжижает картерное масло (в четырехтактных двигате-

лях), вызывая усиленное изнашивание деталей цилиндро-поршневой группы.

Детали двухтактных пусковых двигателей смазываются маслом, содержащимся в горючей смеси, которую составляют из расчета одной части дизельного масла на 15 объемных частей бензина. Нарушение этого условия влечет за собой преждевременный износ деталей кривошипно-шатунного механизма.

Недопустим пуск дизеля при неисправном редукторе. В случае пробуксовывания муфты сцепления происходит усиленный нагрев дисков и муфта быстро выходит из строя. При этом затрудняется пуск дизеля вследствие недостаточной частоты вращения коленчатого вала. Трудность пуска также нередко обуславливается неисправностями механизма выключения редуктора, вызывающими преждевременное отключение дизеля от пускового двигателя.

Чтобы исключить указанные неисправности, необходимо своевременно проводить техническое обслуживание пускового двигателя и редуктора, строго соблюдать правила пуска дизеля.

Электрооборудование. Из всех составных частей электрооборудования чаще всего выходят из строя аккумуляторные батареи. К основным неисправностям аккумуляторных батарей относятся следующие: ускоренный саморазряд, преждевременная разрядка аккумулятора, короткое замыкание внутри аккумулятора, разрушение пластин.

Ускоренный саморазряд возникает при попадании грязи в электролит или утечке тока по влажным поверхностям мастики и крышек бака. Загрязненный электролит, кроме того, разрушает активную массу и решетки пластин. Для предотвращения этих явлений регулярно протирают указанные поверхности чистой тряпкой, смоченной 10%-ным раствором соды, а затем насухо вытирают их. Загрязненный электролит сливают из батареи, предварительно разрядив ее. Затем промывают батарею дистиллированной водой и заливают в нее свежий электролит, плотность которого должна быть несколько выше, чем у слитого электролита. После этого батарею заряжают и в конце зарядки доводят плотность электролита до нормальной.

Преждевременная разрядка одного из аккумуляторов может происходить при короблении или частичном

разрушений пластин. После разрядки такого аккумулятора до предельного значения он начинает быстро разряжаться полностью, в то время как остальные аккумуляторы еще не разряжены и их разрядный ток становится для него зарядным током. Вследствие этого происходит переполюсовка пластин и, следовательно, значительно уменьшается общее напряжение аккумуляторной батареи. Однажды переполюсованные батареи имеют ограниченный срок службы. Плотность электролита в преждевременно разрядившемся аккумуляторе во время зарядки ниже, чем в остальных аккумуляторах, и после зарядки она отличается более чем на $0,02 \text{ г/см}^3$ от плотности, рекомендуемой для данных климатических условий. При таком аккумуляторе напряжение батареи в конце зарядки будет пониженным. Поэтому, если батарея имеет переполюсованный аккумулятор, то для восстановления его полярности следует провести один-два цикла заряд — разряд — заряд.

Короткое замыкание пластин возникает вследствие разрушения сепараторов или соединения разноименных пластин частицами выпавшей активной массы. При зарядке батареи напряжение короткозамкнутого аккумулятора повышается незначительно или полностью отсутствует, а при испытании нагрузочной вилкой оно падает до нуля. Аккумуляторная батарея, имеющая хотя бы один короткозамкнутый аккумулятор, к дальнейшей эксплуатации непригодна.

Разрушение пластин связано с выкрашиванием активной массы и разрушением решеток. Чаще оно наблюдается у положительных пластин и происходит при изменении объема активной массы в процессе разряда — заряда и ослаблении сцепления частичек между собой. Толчки, а также перезарядка батареи током большой величины ускоряют разрушение активной массы. В результате такого процесса электролит окрашивается в коричневый цвет.

Решетки положительных пластин разрушаются при систематических длительных зарядках вследствие окисления их кислородом, выделяющимся при зарядке. Окисленная решетка становится очень хрупкой и разрушается от сотрясения батареи.

Чтобы предупредить разрушение пластин, необходимо своевременно и правильно регулировать напряжение, поддерживаемое реле-регулятором.

Основные составные части зарядной цепи — генератор и реле-регулятор. Их неисправности нарушают работу всей системы электрооборудования.

Современные тракторы оборудованы генераторными установками с генераторами переменного тока, кремневыми или германиевыми выпрямителями и контактно-транзисторными или транзисторными реле-регуляторами. Генератор, представляющий собой трехфазную индукторную электромашину, не имеет трущихся контактов. В нем установлены закрытые подшипники, не требующие добавления смазки. При чрезмерном износе подшипников возможно задевание ротора за статор. Наблюдаются также случаи ослабления крепления генератора и выводных болтов. Если ослабло крепление или генератор неправильно установлен на трактор, то происходит усиленное изнашивание посадочных мест шкива, что может привести к выходу из строя генератора. К неисправностям генератора относятся также обрыв или короткое замыкание обмотки возбуждения.

К неисправностям реле-регулятора относятся пробой транзистора и большое переходное сопротивление в проводах и болтовых соединениях по причине их слабой затяжки. В первом случае амперметр длительное время показывает большой зарядный ток, а во втором — чрезмерное напряжение между клеммой В генератора и «массой».

В выпрямителях возможен выход из строя диодов.

Стартер может иметь следующие неисправности: окисление наконечников и штырей в цепи стартера, а также контактов тягового реле и реле включения стартера, замасливание, загрязнение и обгорание коллектора и щеток, зависание щеток и уменьшение натяжения пружин щеткодержателей, обрыв удерживающей обмотки реле, замыкание обмоток якоря и возбуждения. В этих случаях стартер не работает или имеет пониженную мощность.

При нарушении регулировки момента включения стартера (момента замыкания контактов включателя) шестерня привода не входит в зацепление с венцом маховика. Стартер может не работать при нарушении регулировки включателя стартера вследствие чрезмерного износа контактов. В случае поломки пружины рычага включения шестерня привода не выходит из зацепления с венцом маховика.

Силовая передача трактора. Одна из частых неисправностей силовой передачи — пробуксовывание фрикционных муфт, в результате чего от чрезмерного трения и нагрева быстро изнашиваются и коробятся фрикционные диски, а также теряется упругость нажимных пружин, что, в свою очередь, влечет за собой еще большее пробуксовывание дисков и выход муфт из строя. Поэтому необходимо своевременно регулировать муфты и не допускать замасливания дисков.

При неполном выключении главной муфты сцепления и неисправном тормозке для включения передачи приходится прикладывать большие усилия к рычагу коробки передач. В этом случае усиленно изнашиваются торцы переключаемых шестерен, а их зубья изнашиваются на конус. Неполное выключение муфты, забоины на шлицах валов, сколы и забоины на торцах шестерен, а также неправильная регулировка тяги блокировки коробки передач вызывают изгиб и даже поломки вилок переключения передач. При погнутых вилках нарушается фиксация валиков механизма переключения передач и происходит самопроизвольное выключение передач, вызывающее усиленное изнашивание и поломку зубьев шестерен.

Причинами преждевременного выхода из строя механизмов силовой передачи могут быть также попадание пыли в корпуса (при плохих уплотнениях), неправильная регулировка зацепления шестерен главной передачи, несвоевременная регулировка и замена изношенных подшипников, несвоевременная доливка или смена масла в механизмах силовой передачи и др.

На тракторах с гидравлическими трансмиссиями большая часть отказов возникает при неисправностях гидросистемы, возникающих вследствие изменения параметров ее состояния в процессе эксплуатации. В результате затрудняется переключение скоростей или полностью прекращается функционирование коробки передач и ВОМ. Наиболее частые неисправности гидросистемы коробки передач и ВОМ — нарушение уплотнений в местах соединения маслопроводов, износ гидроприводов, разрегулировка предохранительного и перепускного клапанов, загрязнение масляных фильтров. Нередко наблюдаются случаи чрезмерного увеличения усилия на рычаге распределителя по причине заедания золотника.

Одним из показателей работы гидросистемы является давление разрядки гидроаккумулятора при переключении передач. Оно должно находиться в пределах 0,45...0,70 МПа. Большее давление свидетельствует о заедании поршня, поломке или потере жесткости пружин. Меньшее давление указывает на утечки в гидроаккумуляторе через уплотнения.

Чтобы повысить надежность механизмов силовой передачи, необходимо своевременно и качественно проводить техническое обслуживание и вовремя заменять изношенные детали.

Механизмы управления поворотом и тормоза. Наиболее часто встречаются следующие неисправности механизмов управления поворотом: чрезмерный свободный ход рулевого колеса (у колесных тракторов) или рычагов и педалей управления (у гусеничных тракторов); замасливание или неправильная регулировка тормозов; замасливание и коробление фрикционных дисков, а также потери упругости нажимных пружин муфт поворота.

В случае неисправности гидросистемы рулевого управления (гидроусилителя руля) возрастает усилие на рулевом колесе при повороте движущегося трактора, ухудшается управляемость (увеличивается неустойчивость передних колес). Причинами увеличения усилия на рулевом колесе могут быть нарушение регулировки предохранительного клапана, снижение подачи насоса, износ уплотнений поршня силового цилиндра. Наиболее частые причины неустойчивого движения передних колес — ослабление или поломка центрирующих пружин золотника, ослабление затяжки гайки золотника.

При недостаточном количестве масла в корпусе (баке) гидроусилителя руля и попадании воздуха в систему неудовлетворительная работа гидроусилителя сопровождается вспениванием и перегревом рабочей жидкости.

При неисправных механизмах управления поворотом ухудшается маневренность трактора, нарушаются агротехнические требования (особенно при возделывании пропашных культур), повышается утомляемость тракториста, снижается безопасность движения. Одна из частых причин несчастных случаев при использовании колесных тракторов на транспортных работах — неисправность механизмов управления и тормозов.

Работа на тракторах, имеющих неисправные механизмы управления и тормоза, недопустима.

Ходовая система. К частым неисправностям ходовой системы тракторов относятся усиленное изнашивание и преждевременный выход из строя гусеничных звеньев, зубьев ведущих колес, подшипников и уплотнений. Причины этих неисправностей — несоблюдение правил и технологии технического обслуживания (несвоевременное и небрежное выполнение смазочных и регулировочных работ), а также превышение скорости передвижения по пересеченной местности, где детали ходовой системы испытывают большие ударные нагрузки, вызывающие деформации изгиба.

В случае чрезмерного износа впадин между зубьями ведущих колес цевки звеньев гусениц начинают упираться в тыльную сторону зубьев при меньшем увеличении шага звеньев, чем при работе с неизношенными впадинами. В результате ресурс гусеничных цепей используется не полностью. Поэтому необходимо своевременно заменять изношенные ведущие колеса или восстанавливать их наваркой впадин между зубьями или приваркой пластин.

Колесные тракторы очень часто работают при пониженном или повышенном давлении воздуха в шинах. Если давление понижено, происходит чрезмерная деформация шин, сопровождаемая усиленным тепловыделением и ухудшением механических свойств резины. При качении колеса с недопустимо низким давлением в шине разрушаются стенки каркаса покрышки, образуются трещины в шине и происходит ее расслоение. Если давление воздуха в шине повышено, увеличивается натяжение нитей корда, что приводит к их разрыву и интенсивному изнашиванию протектора. При чрезмерном повышении давления ухудшается амортизация, что вызывает быструю утомляемость тракториста. Срок службы шин сокращается также в случаях работы на высоких скоростях и чрезмерных нагрузок, особенно если трактор движется по неровному пути в жаркую погоду. При повышенном буксовании колес шины выходят из строя преждевременно вследствие интенсивного нагревания и изнашивания протектора.

В процессе эксплуатации шин необходимо выполнять следующие требования: своевременно и правильно регулировать давление в шинах в соответствии с нагрузкой,

приходящейся на колеса; соблюдать нормы нагрузок на шины; не превышать скорость при движении по неровной пересеченной местности; устранять все повреждения, в том числе и незначительные; соблюдать правила хранения шин.

Подшипники ходовой системы чаще всего выходят из строя в результате несвоевременной регулировки их, а также в случае ненадежных уплотнений и недостаточной смазки.

Гидравлическая система. Составные части гидравлических систем тракторов и комбайнов работают в условиях повышенной запыленности и высоких переменных давлений; поэтому они нуждаются в особо тщательном техническом обслуживании. Нередки случаи, когда для выявления и устранения неисправностей и отказов составных частей гидросистему разбирают в непригодных помещениях (на ПТО хозяйств) без применения специальных приспособлений, заноса в рабочие полости грязь и механические примеси. Вследствие этого резко снижается надежность гидравлической системы.

Основные причины неисправностей гидросистем — несоблюдение правил эксплуатации и технологии технического обслуживания, несвоевременная замена изношенных деталей, нарушение правил монтажно-демонтажных работ, связанных с устранением неисправностей.

Для выявления причин неудовлетворительной работы гидросистемы следует пользоваться безразборными методами, проводя поиск неисправностей в определенной последовательности в соответствии с внешними признаками.

Практика показывает, что работоспособность гидросистемы в значительной мере зависит от состояния маслопроводов и присоединительной арматуры. При нарушении герметичности гидросистемы ухудшается работа силового цилиндра, вследствие чего замедляется или вовсе прекращается принудительный подъем и принудительное опускание машины.

Наряду с этим неудовлетворительная работа гидросистемы может быть вызвана неисправностями насоса, распределителя или силового цилиндра. Однако для диагностирования этих составных частей затрачивается значительное время и используются специальные устрой-

ства, в то время как проверка состояния маслопроводов и присоединительной арматуры занимает 3...4 мин и не требует применения каких-либо приспособлений. Поэтому, прежде чем приступать к диагностированию основных составных частей гидросистемы, необходимо убедиться, нет ли подтекания рабочей жидкости, а также проверить состояние присоединительной арматуры. При таком порядке контроля технического состояния гидросистемы наряду с сокращением трудоемкости диагностирования исключается влияние случайных факторов (подсоса воздуха, утечек рабочей жидкости и др.) на параметры, обуславливающие износное состояние насоса, распределителя, силового цилиндра.

Наиболее характерные внешние признаки неисправностей и отказов гидросистем: полное отсутствие подъема подъемно-навесного устройства, чрезмерное время подъема и опускания навешенной машины или рабочего органа комбайна, ненадежная фиксация золотников в позициях «подъем», «опускание», «плавающее», повышенная температура и вспенивание рабочей жидкости, чрезмерные шумы и стуки.

Часто отказы гидросистемы возникают при выходе из строя шлангов высокого давления. В процессе эксплуатации нарушается герметичность соединений шлангов с ниппелями, на внешней резиновой оболочке возникают трещины. Нередко наблюдаются разрывы шлангов вследствие изгиба, скручивания, плохой заделки концов. Причинами разрывов шлангов служат также большие динамические нагрузки на шток поршня силового цилиндра и повышенное рабочее давление в гидросистеме. Рабочая жидкость подтекает в соединениях деталей гидроагрегатов в результате износа (потери упругости) прокладок и резиновых уплотнительных колец или повышенного сопротивления потоку рабочей жидкости.

Если при надежной герметизации системы и исправной присоединительной арматуре навешенная машина не поднимается, следует проверить, не мал ли зазор между упором и стержнем гидромеханического клапана (номинальный зазор равен 10 мм). Причины чрезмерного уменьшения этого зазора — повреждения и износ уплотнений поршня силового цилиндра. Чтобы устранить неисправность, нужно отвести упор от торца стержня клапана, а при значительном износе уплотнений и неисправностях клапана гидроцилиндр подлежит ремонту.

Если навешенная машина или агрегат не поднимается при удержании рычага управления золотником в позиции «подъем», проверяют (легким постукиванием по крышке клапана), не зависает ли предохранительный клапан; при необходимости промывают клапан в дизельном топливе.

В случае попадания воздуха в гидросистему, при перегреве или недостатке рабочей жидкости навешенная машина (рабочий орган) поднимается рывками.

Воздух в гидросистему может попадать сквозь соединения всасывающего маслопровода и патрубка, а также через поврежденные уплотнения ведущей шестерни гидронасоса. Внешний признак подсоса воздуха — вспенивание рабочей жидкости.

Причинами перегрева рабочей жидкости (свыше 60°C) могут быть погнутость или смятие трубопроводов, загрязнение фильтра и засорение перепускного клапана, невозвращение золотников из рабочей позиции в нейтральную, а также значительный износ гидроприводов. При этом повышается давление в гидросистеме, влекущее за собой повышение температуры рабочей жидкости. К перегреву жидкости также может привести понижение ее уровня в гидробаке. Кроме того, у тракторов, оборудованных гидроувеличителем сцепного веса (ГСВ), повышенный нагрев рабочей жидкости в гидросистеме наблюдается при зависании предохранительного или обратного клапана ГСВ.

Если один золотник или все золотники не возвращаются из рабочих позиций в нейтральную, то это указывает на заедание золотника и шариковых фиксаторов, поломку пружины золотника, неисправности предохранительного клапана и автоматики золотника, предельный износ и неисправности гидронасоса.

Золотники распределителя не фиксируются в рабочих позициях или возвращаются в нейтральную позицию до окончания полного хода поршня силового цилиндра в тех случаях, когда маслопровод от распределителя к цилиндру имеет повышенное сопротивление, отверстие замедлительного клапана забито, изношены детали шарикового фиксатора, перегружена система большой массой навесной машины и т. д.

Навешенная машина или рабочий орган комбайна могут не подниматься или подниматься замедленно по

причине внутренних утечек рабочей жидкости, обусловленных износом гидроприводов. Их состояние непосредственно на тракторе или комбайне проверяют с помощью дроссель-расходомера.

Медленный подъем агрегатов комбайна «Колос» может быть вызван слабым натяжением ремня привода насосов гидросистемы. В случае правильного натяжения ремня провисание его верхней ветви должно составлять 8...10 мм при нажатии на ветвь в средней части с усилием 50 Н.

Причиной медленного опускания машины (рабочего органа) может явиться перекрытие отверстия замедлительного клапана.

Если навешенная машина или рабочий орган не удерживается в транспортном положении (происходит усадка штока силового цилиндра), то следует проверить, нет ли утечки рабочей жидкости через золотниковую пару распределителя или через уплотнение поршня силового цилиндра. У тракторов, оборудованных ГСВ, усадка штока силового цилиндра может также происходить вследствие утечки рабочей жидкости через запорный клапан ГСВ при позиции «заперто».

Кроме того, ГСВ выходит из строя по причине заедания плунжера или золотника автоматической подзарядки гидроаккумулятора. В этом случае буксование колес трактора при включении ГСВ не уменьшается. Для устранения неисправности необходимо промыть плунжер, золотник и отверстие в корпусе гидроувеличителя в дизельном топливе. Аналогичная неисправность может также наблюдаться при нарушении регулировки тяги блокировки рычага управления основным цилиндром.

В результате ослабления фиксации ГСВ в позиции «включено» и потери упругости пружины гидроаккумулятора рукоятка управления гидроувеличителем самопроизвольно возвращается в позицию «выключено». Эти неисправности устраняют соответственно путем поворота обоймы фиксатора относительно ползуна и замены пружины гидроаккумулятора; временно допускается снижение давления подпора.

Возможны случаи ухудшения работы гидросистемы и, следовательно, ухудшения качества полевых работ по причине нарушения регулировок тяг управления силовым (позиционным) регулятором.

§ 2. Основные неисправности тракторов и их признаки

Рассмотрим основные неисправности тракторов (левая колонка) и характеризующие их признаки (правая колонка).

Дизель

Кривошипно-шатунный механизм

Изношены гильзы, поршни и поршневые кольца

Закоксовались поршневые кольца, на поршнях и кольцах имеются лакоотложения

Изношены подшипники коленчатого вала

Изношены поршневой палец и втулка верхней головки шатуна

Повышенный расход картерного масла; из отверстия сапуна выходит большое количество газов; низкая компрессия (затруднен пуск дизеля); преждевременно стареет картерное масло (большое количество отложений на фильтрах)

То же

Низкое давление масла в магистрали; глухие стуки в средней и нижней частях блока цилиндров, усиливающиеся при резком изменении частоты вращения коленчатого вала и прекращающиеся при выключении подачи топлива в проверяемый цилиндр

Металлические стуки в верхней части блока цилиндров, усиливающиеся при резком изменении частоты вращения коленчатого вала и прекращающиеся при выключении подачи топлива в проверяемый цилиндр

Механизм газораспределения

Большие зазоры между стержнями клапанов и бойками коромысел

Неплотно прилегают клапаны к гнездам (износ или подгорание фасок)

Нарушены фазы газораспределения (изношены кулачки распределительного вала и шестерни распределения или шестерни соединены не по меткам)

Металлические стуки в зоне клапанного механизма

При малой частоте вращения коленчатого вала наблюдаются перебои в работе; свист или шипение воздуха во впускном или выпускном трубопроводах при прокручивании коленчатого вала; затруднен пуск дизеля

Дизель дымит и имеет пониженную мощность; возможны случаи соударения клапанов и поршней; при значительном износе шестерен распределения слышен шум в зоне их расположения, усиливающийся при изменении частоты вращения коленчатого вала

Уменьшилась упругость или поломана пружина клапана (клапан заедает во втулке)

Ослабло крепление головки к блоку цилиндров, прогорела прокладка

Трещина в днище головки цилиндров

Изношены втулки клапанов газораспределения

Дизель работает с перебоями и имеет пониженную мощность

Дизель работает с перебоями и имеет пониженную мощность; из верхнего бака радиатора (при открытой заливной горловине) выходят пузырьки газов; наличие воды в картерном масле; затруднен пуск дизеля

То же

Повышенный расход картерного масла

Смазочная система

Неисправен масляный манометр

Изношен масляный насос

Изношен (разрегулирован) редукционный или сливной клапан

Изношен (разрегулирован) перепускной (гравитационный) клапан

Неисправен центробежный маслоочиститель

При исправном дизеле показания манометра выходят за пределы допускаемых значений (чаще всего занижены)
Низкое давление масла в магистрали

То же

При смене масла на фильтре мало отложений или они вовсе отсутствуют (масло проходит через клапан, минуя фильтр)

После остановки дизеля не слышно работы ротора маслоочистителя или ротор быстро останавливается; мало отложений в полости ротора

Система охлаждения

Неисправен термометр воды

Неисправен термостат

В системе большое количество шлама и накипи

При работе прогретого дизеля под нагрузкой показания термометра не соответствуют нормальному тепловому состоянию дизеля

Дизель медленно прогревается и часто переохлаждается

Дизель перегревается (чрезмерно высокая температура картерного масла)

Неисправен водяной насос или ослабло натяжение ремня вентилятора

Сильно загрязнена сердцевина радиатора

Сильно загрязнены промежутки между ребрами цилиндров и головок (дизель воздушного охлаждения)

Дизель перегревается; вода в радиаторе закипает

То же

Дизель перегревается

Воздухоочиститель и впускной трубопровод

Воздухоочиститель сильно загрязнен

Нет масла в поддоне воздухоочистителя

Нарушена герметичность воздухоочистителя и впускного трубопровода

Снизилась мощность и топливная экономичность; в картерном масле много частиц кремния; повышенный износ дизеля

В картере много частиц кремния; повышенный износ дизеля

То же

Турбокомпрессор

Турбокомпрессор не работает

Загрязнен масляный фильтр турбокомпрессора

Снизилась мощность дизеля; после остановки дизеля не слышно работы ротора турбокомпрессора

Понижено давление масла в корпусе подшипников турбокомпрессора

Топливная аппаратура

Изношены или закоксованы распылители форсунок (плохое качество распыливания топлива)

Заедает игла в корпусе распылителя форсунок

Форсунка не работает

Дизель дымит и имеет пониженную мощность; затруднен пуск дизеля

Дизель работает с перебоями, дымит и имеет пониженную мощность; затруднен пуск дизеля

Дизель работает с перебоями; при выключении подачи топлива в неработающий цилиндр характер работы дизеля, определяемый по звуку выхлопа и дымности отработавших газов, не меняется

Изношены плунжерные пары

Затруднен пуск дизеля; в картер топливного насоса попадает большое количество топлива

Плунжеры заедают во втулках (в головку насоса попала вода или абразивы)

Изношены нагнетательные клапаны

Предельно засорились фильтрующие элементы тонкой очистки топлива

Изношен перепускной клапан

Изношен подкачивающий насос

Поздняя подача топлива в цилиндры дизеля (мал угол опережения подачи)

Преждевременная подача топлива в цилиндры (велик угол опережения подачи)

В систему топливоподачи попадает воздух

Занижены частота вращения коленчатого вала и подача топлива

Большая неравномерность подачи топлива в цилиндры

Дизель идет вразнос или останавливается

Дизель работает с перебоями; снижены мощность и топливная экономичность; закоксовываются распылители

Дизель имеет пониженную мощность; цилиндры работают неравномерно (неравномерный звук выхлопа)

То же

»

Дизель плохо пускается; при холостом ходе на максимальном скоростном режиме работает с перебоями, выбрасывая из выпускной трубы серый дым; при нагрузке работает без перебоев, но дымит (черный дым); звук отработавших газов напоминает работу карбюраторного двигателя (мягкая работа); мощность и топливная экономичность занижены

Дизель плохо пускается; из выпускной трубы выбрасывается черный дым; при холостой работе дымление может быть чуть заметным, с увеличением нагрузки дымление увеличивается; работа дизеля сопровождается металлическими стуками, особенно при малой частоте вращения коленчатого вала (жесткая работа); мощность и топливная экономичность занижены

Дизель плохо пускается, работает с перебоями

Дизель не развивает полной мощности; при отсутствии неисправностей дизель работает без дыма

Цилиндры работают неравномерно (неравномерный звук выхлопа)

Пусковой двигатель и редуктор

Нарушена регулировка карбюратора

Неисправно магнето или свеча

Неправильно установлен угол опережения зажигания

Двигатель не пускается или работает с перебоями

То же

»

Занижена частота вращения коленчатого вала

Чрезмерно изношены детали цилиндро-поршневой группы

Пробуксовывает муфта сцепления

Не включается шестерня механизма включения

Неисправен механизм выключения пускового двигателя или нарушена его регулировка

Двигатель имеет пониженную мощность

То же

Не обеспечивается или затруднен пуск дизеля с помощью пускового двигателя

Не обеспечивается пуск дизеля с помощью пускового двигателя

Дизель отключается преждевременно или вовсе не отключается (пусковой двигатель идет вразнос)

Электрооборудование

Неисправен генератор

Амперметр не показывает зарядки; при переключении проводом на 1...2 с клемм В и Ш регулятора при минимальной устойчивой частоте вращения коленчатого вала, включенной батареи и отключенных потребителей амперметр не показывает броска зарядного тока и нет искрения в местах подсоединения провода; если наблюдается сильное искрение, то произошло короткое замыкание в цепи обмотки возбуждения на «массу» (сработало реле защиты)

Неисправен реле-регулятор (разрегулировалось реле защиты в сторону понижения напряжения или произошел обрыв в реле-регуляторе)

Амперметр не показывает зарядки; при переключении клемм В и Ш реле-регулятора на 1...2 с происходит скачок зарядного тока

Слабое натяжение ремня привода генератора

Амперметр не показывает зарядки; перегревается генератор

Изношены подшипники генератора или погнуто вал ротора

Перегревается генератор; шум и стук в генераторе

Оборваны фазы генератора, неисправен выпрямитель или имеется обрыв в цепи шунтирующего сопротивления генератора

При отключенной аккумуляторной батарее генератор не возбуждается

Произошел обрыв провода «масса» реле-регулятора, неисправна аккумуляторная батарея или фазный провод генератора замкнут на провод обмотки возбуждения

Короткое замыкание между пластинами аккумуляторной батареи или разрушены пластины

Нарушена регулировка стартера

Шестерня привода не выходит из зацепления с венцом маховика

Аккумуляторная батарея «кипит»; часто перегорают лампы освещения

Аккумуляторная батарея разряжена

Якорь стартера вращается с большой частотой, но не проворачивает коленчатого вала дизеля; при включении стартера слышен скрежет

После пуска дизеля якорь стартера продолжает вращаться

Муфта сцепления трактора

Изношены или замаслены фрикционные накладки (муфта пробуксовывает)

Значительно увеличен свободный ход педали (рычага) выключения муфты

Неисправен сервомеханизм

Чрезмерно нагревается корпус муфты во время работы под нагрузкой (проверяют на ощупь при открытом люке); специфический запах в пространстве около муфты

Неполное выключение муфты, сопровождаемое шумным переключением передач

Педаль муфты не возвращается в исходное положение; чрезмерно возрастает усилие выключения муфты

Коробка передач, главная и конечные передачи

Изношены зубья шестерен и подшипники валов

Нарушена блокировка коробки передач с муфтой сцепления

Нарушена регулировка приводов управления коробкой передач, оборудованной гидросистемой

Загрязнен заборный фильтр или изношен насос гидросистемы коробки передач

Нарушена герметичность уплотнения в гидросистеме

Значительный шум и стуки в корпусах коробки передач, главной и конечных передач при движении трактора
Передачи не включаются

Переключение передач затруднено или невозможно

Понижение давления масла в гидросистеме; замедленное включение передач при их переключении

То же

Пробуксовывают
фрикционные муфты
вследствие падения дав-
ления масла в гидросис-
теме коробки или по-
вреждения дисков

Заметное уменьшение скорости пере-
движения трактора на данной передаче
при неизменной частоте вращения ко-
ленчатого вала

Ходовая система гусеничных тракторов

Изношены гусенич-
ные цепи и ведущие ко-
леса

Большие зазоры между проушинами
и пальцами гусениц; проскакивание гу-
сеницы на ведущем колесе и соскакива-
ние ее при крутых поворотах

Изношены направ-
ляющие колеса, опорные
катки, поддерживающие
ролики, а также под-
шипники этих составных
частей

Сильный шум и стуки в механизмах
ходовой системы при движении тракто-
ра; при поворотах соскакивание гусени-
цы (вследствие перекосов)

Ходовая система колесных тракторов

Изношены протекторы
шин передних и задних
колес; трещины в шинах,
расслоения и др.

Плохое сцепление колес с почвой
(трактор буксует); повреждение камер
покрышками

Изношены подшипни-
ки передних колес, втул-
ки, шкворни, шарнирные
соединения

Затруднено управление трактором,
легко обнаруживаемое при обработке
междурядий

Механизмы управления поворотом гусеничных тракторов

Изношены или замас-
лены диски муфт пово-
рота (при движении
трактора под нагрузкой
диски пробуксовывают)

Чрезмерно нагревается корпус задне-
го моста

Отсутствует свобод-
ный ход рычагов управ-
ления

То же

Слишком большой
свободный ход рычагов
управления

Трактор плохо поворачивается

Изношены или замас-
лены тормоза

То же

Тормоза слишком за-
тянуты

Трактор поворачивается рывками

Рулевое управление и тормоза колесных тракторов

Изношены рулевой механизм и шарнирные сочленения рулевого управления

Неисправен рулевой механизм (заедает червячное зацепление, регулирован гидросилитель и др.)

Высокое давление масла в гидросистеме управления поворотом (гидросилителе)

Изношены агрегаты гидросистемы управления поворотом (гидросилителя): золотник, гидроцилиндр, гидронасос

Подсос воздуха в систему или недостаток масла в баке

Изношены или замаслены диски (колодки) тормозов

Нарушена герметичность уплотнений пневмосистемы

Нарушена регулировка регулятора давления воздуха в пневмосистеме

Нарушена регулировка привода тормозного крана пневмосистемы

Изношен кривошипно-шатунный механизм компрессора

Большой свободный ход рулевого колеса

Большое усилие на ободу рулевого колеса при осуществлении поворотов

Вибрация передних колес трактора в горизонтальной плоскости

Трактор поворачивается медленно

То же

Тормоза не держат

Отсутствует или понижено давление воздуха в системе

Завыщено или занижено давление воздуха в системе

Самостоятельное подтормаживание трактора или прицепа

Повышенное содержание масла в конденсате

Гидравлическая система навесного устройства

Изношен насос гидросистемы

Неисправен или изношен распределитель

Неисправен силовой цилиндр (изношены уплотнения)

Навесное орудие не поднимается или поднимается слишком медленно; сильно нагревается корпус насоса

Навесное орудие не поднимается или поднимается слишком медленно; сильно нагреваются все трубопроводы большого диаметра

Навесное орудие не поднимается или поднимается слишком медленно; нагреваются все трубопроводы большого и малого диаметров

Изношены золотник распределителя и уплотнения силового цилиндра
Низкое давление срабатывания автоматов золотников

Давление открытия предохранительного клапана ниже давления срабатывания автоматов золотников

Неисправен замедлительный клапан силового цилиндра

Подсасывается воздух во всасывающую магистраль

Загрязнены или заклинивают клапаны распределителя

Перекрыто проходное сечение запорного устройства

Заклинился клапан ограничения хода поршня в цилиндре

Загрязнен основной фильтр гидросистемы

Навешенное орудие не удерживается в транспортной позиции или дает большую усадку

Рукоятки распределителя не фиксируются в рабочих позициях

Рукоятки распределителя не возвращаются автоматически из рабочих позиций в нейтральную

Опускание навешенного орудия происходит резко

В баке гидросистемы вспенивается масло

Навешенное орудие не поднимается или не опускается

То же

»

Течь масла через уплотнения распределителя и сливного трубопровода

§ 3. Содержание работ при плановом техническом обслуживании тракторов

Чтобы предотвратить неисправности и отказы или свести их к минимуму, необходимо строго соблюдать правила технического обслуживания тракторов, изложенные в ГОСТ 20793—75. Они содержат перечень работ, подлежащих обязательному выполнению в плановые сроки, соответствующие установленной периодичности обслуживания.

Правилами предусмотрены следующие виды технического обслуживания:

техническое обслуживание при эксплуатационной обкатке;

ежедневное техническое обслуживание (ЕТО);

первое техническое обслуживание (ТО-1);

второе техническое обслуживание (ТО-2);

третье техническое обслуживание (ТО-3);

сезонное техническое обслуживание (СТО).

Кроме того, установлены специальные виды технического обслуживания при транспортировании и хранении.

Техническое обслуживание при эксплуатационной обкатке проводят перед началом эксплуатации новой или прошедшей капитальный ремонт машины. Оно включает комплекс работ по подготовке машин к обкатке, а также обслуживанию ее в процессе и по окончании обкатки.

Ежесменное техническое обслуживание проводят в начале смены, во время работы машины и по окончании смены.

ТО-1, ТО-2 и ТО-3 проводят по единой периодичности и соответственно через каждые 60, 240 и 960 ч независимо от марки машины. В зависимости от условий работы тракторов и самоходных шасси допускаются отклонения от установленной периодичности ТО-1, ТО-2 и ТО-3 в пределах $\pm 10\%$.

Сезонное техническое обслуживание проводят 2 раза в год при переходе к весенне-летнему и осенне-зимнему периодам эксплуатации. Такое обслуживание наряду с работами очередного ТО включает специальные работы, учитывающие резкое изменение температуры окружающей среды.

Техническое обслуживание при транспортировании проводят в соответствии с указаниями предприятия-изготовителя. Обслуживание при хранении осуществляется в три этапа: при постановке на хранение, в период хранения и при снятии машины с хранения. Оно должно соответствовать требованиям ГОСТ 7751—79.

Все работы, предусмотренные правилами технического обслуживания, могут быть сведены в следующие шесть групп: очистительно-моечные, крепежные, контрольно-диагностические, регулировочные, заправочные и смазочные. Регулировочные и крепежные работы выполняют при необходимости, а остальные — в соответствии с установленным регламентом.

ЕТО, ТО-1, ТО-2 и ТО-3 представляют собой единый технологический процесс, направленный на поддержание тракторов и самоходных шасси в работоспособном состоянии в доремонтный и межремонтные периоды, обусловленные нормальным процессом изнашивания составных частей машин. Поэтому при переходе от менее сложных видов технического обслуживания к более сложным работы предыдущих ТО, как правило, повторяют. Это означает, что работы ЕТО являются со-

ставной частью ТО-1, ТО-2 и ТО-3, работы ТО-1 входят в состав ТО-2 и ТО-3, а работы ТО-2 выполняют и при ТО-3.

Однако не все работы целесообразно выполнять при более сложных ТО. Например, при ЕТО и ТО-1 проверяют уровень масла и, если необходимо, доливают его в картер дизеля и корпуса топливного насоса и регулятора частоты вращения; при ТО-2 и ТО-3 масло в данных емкостях заменяют.

Рассмотрим содержание работ, выполняемых при периодических технических обслуживаниях.

Ежесменное техническое обслуживание предусматривает в первую очередь проверку работоспособности дизеля, механизмов управления поворотом, тормозов, систем сигнализации и освещения. После остановки дизеля контролируют общее состояние составных частей трактора (внешним осмотром). Проверяют уровни масла в поддоне картера дизеля и в картерах топливного насоса и регулятора частоты вращения. При необходимости доливают свежее масло. Проверяют уровень охлаждающей жидкости в радиаторе и, если необходимо, доливают ее до нормального уровня.

При первом техническом обслуживании, кроме работ ЕТО, дополнительно выполняют следующие работы.

Осматривают и обмывают трактор. Проверяют и при необходимости регулируют натяжение приводных ремней и давление воздуха в шинах. Заменяют масло в поддоне инерционно-масляного воздухоочистителя, промывают кассеты и дефлектор мультициклонного воздухоочистителя. Сливают отстой из фильтров грубой очистки топлива, удаляют масло, скопившееся в отсеках муфт поворота и увеличителя крутящего момента (УКМ); сливают конденсат из воздушных баллонов.

Проверяют и при необходимости очищают поверхности аккумуляторной батареи, клемм, наконечников проводов; доливают дистиллированную воду в аккумулятор; прочищают вентиляционные отверстия в пробках; смазывают клеммы и наконечники проводов. Контролируют уровни масла в емкостях трактора и, если необходимо, доливают свежее масло. Смазывают составные части трактора согласно таблице и карте смазки.

Второе техническое обслуживание, кроме работ ТО-1, включает дополнительно проверку и при

необходимости регулировку: зазоров клапанного механизма дизеля (через каждые 480 ч); муфт сцепления трактора, УКМ и ВОМ; механизмов управления поворотом и тормозов; свободного хода рулевого колеса; подшипников шкворней поворотных кулаков переднего моста; подшипников передних колес; натяжения гусениц.

Прочищают отверстия в пробках топливных баков и дренажные отверстия генератора. Очищают центробежный маслоочиститель. Очищают и промывают воздухоочиститель.

Проверяют плотность электролита в аккумуляторах батареи и, если необходимо, подзаряжают батарею или заменяют заряженной.

Заменяют масла и смазывают составные части трактора согласно таблице и карте смазки.

Промывают смазочную систему дизеля.

Проверяют и при необходимости подтягивают крепления.

При третьем техническом обслуживании, кроме работ ТО-2, выполняют следующие работы:

Определяют износное состояние составных частей трактора, устанавливают виды и объемы ремонтных работ, прогнозируют остаточный ресурс.

Проверяют и при необходимости регулируют: форсунки (на давление начала впрыска и качество распыливания топлива); топливный насос; зазоры между электродами свечи и контактами прерывателя магнето; муфту сцепления редуктора пускового двигателя; составные части силовой передачи, ходовой, пневматической и гидравлических систем; зацепление червяк — сектор, сектор — гайка гидроусилителя руля; напряжение, поддерживаемое реле-регулятором, и величину тока включения реле защиты.

При необходимости регулируют в мастерской на стендах составные части смазочной системы дизеля, гидравлических систем и электрооборудования. Очищают и промывают: фильтр-отстойник бака пускового двигателя, топливоподводящий штуцер и карбюратор пускового двигателя; крышку и фильтр бака дизеля и пускового двигателя; фильтры гидравлических систем и турбокомпрессора. Промывают систему охлаждения.

Заменяют фильтрующие элементы тонкой очистки топлива.

Проверяют на герметичность воздушные баллоны. Проверяют износ гусениц и ведущих колес и, если необходимо, переставляют местами гусеницы.

Осматривают шины и при необходимости устраняют повреждения.

Определяют мощность и массовый или объемный расход топлива; оценивают топливную экономичность.

Контрольные вопросы

1. Перечислите наиболее частые неисправности тракторных и комбайновых дизелей.

2. Укажите возможные неисправности пускового двигателя.

3. Охарактеризуйте неисправности аккумуляторных батарей и способы их предупреждения.

4. Назовите неисправности генераторных установок.

5. Каковы наиболее частые неисправности силовой передачи трактора и причины их возникновения?

6. Укажите наиболее частые неисправности механизмов управления поворотом и их последствия.

7. К чему приводит чрезмерное повышение или снижение давления в шинах?

8. Каковы причины неудовлетворительной работы гидравлической системы навесного устройства трактора?

9. Какие виды технического обслуживания тракторов вы знаете?

10. Перечислите работы, выполняемые при ежесменном и первом техническом обслуживании тракторов.

11. Охарактеризуйте содержание работ, выполняемых при втором техническом обслуживании тракторов.

12. В чем заключается основное содержание третьего технического обслуживания тракторов?

Глава III

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ДИЗЕЛЯ

§ 1. Параметры состояния кривошипно-шатунного механизма

Кривошипно-шатунный механизм включает в себя цилиндро-поршневую группу, коленчатый вал с шатунными и коренными подшипниками, шатуны со втулками, поршневые пальцы и маховик.

Основным параметром состояния цилиндро-поршневой группы считается расход картерного масла на угар. Однако отсутствие достаточно точного экспресс-метода определения этого параметра не всегда позволяет объективно судить о состоянии данного механизма. Кроме того, угар масла в течение длительного времени работы

дизеля изменяется незначительно и лишь при большом износе деталей цилиндро-поршневой группы, в частности поршневых колец, начинает резко возрастать. Такой характер изменения угара масла в зависимости от наработки затрудняет прогнозирование по нему остаточного ресурса.

Об интенсивности изнашивания сочленений дизеля можно судить по концентрации продуктов износа в картерном масле, определяемой с помощью спектрографической установки МФС-3. В этом случае для оценки степени изношенности основных деталей наряду с регулярным спектральным анализом проб масла необходимо знать их химический состав и соотношение скоростей изнашивания сочленений. О целесообразности разборки дизеля для ремонта или устранения неисправности судят по резкому возрастанию концентрации основных элементов в работавшем масле. Например, значительное возрастание концентрации алюминия свидетельствует о предельном износе поршней и необходимости их замены.

Наибольшее распространение для оценки состояния цилиндро-поршневой группы получил способ определения количества газов, прорывающихся в картер. При измерении количества газов с помощью ротаметра вследствие высокого сопротивления выходу газов из картера и наличия в картере избыточного давления часть газов уходит в атмосферу через сальники коленчатого вала и другие неплотности, минуя прибор.

Чтобы избежать этого, во время измерений необходимо отсасывать газы из картера, обеспечивая прохождение их только через измерительное устройство.

Состояние каждого цилиндра в отдельности можно оценивать по компрессии в нем (давлению конца сжатия). Разница в значениях компрессии у нового и изношенного дизелей возрастает с уменьшением частоты вращения коленчатого вала. Поэтому компрессию рекомендуется определять при пусковой частоте вращения коленчатого вала. Величина компрессии также зависит от температуры стенок цилиндров. Соблюдение одинаковых условий при проверке компрессии каждого цилиндра у дизелей затруднено. Поэтому компрессия является ориентировочным параметром для оценки состояния цилиндро-поршневой группы. Один из признаков слабой компрессии—трудный пуск дизеля, обусловленный чрезмерно низкой температурой сжатого воздуха.

В ГОСНИТИ разработан более совершенный способ оценки состояния отдельных цилиндров по величине разрежения, создаваемого на такте расширения при прокрутке коленчатого вала дизеля с помощью пускового устройства. В отличие от способа, основанного на определении компрессии, этот способ менее трудоемок и более точен. При этом вместо компрессиметра применяют вакуум-анализатор, позволяющий диагностировать отдельные цилиндры, не закрепляя прибор в головке цилиндров.

Для оценки состояния подшипников коленчатого вала пользуются способами, основанными на определении следующих диагностических параметров:

- давления масла в главной масляной магистрали;

- количества масла, протекающего через подшипники в единицу времени;

- шумов и стуков, возникающих от ударов в сопряжениях при работе дизеля;

- стуков, возникающих от соударения деталей в результате искусственного перемещения поршня и шатуна на величину зазоров в сопряжениях при неработающем дизеле.

Широкое распространение получило прослушивание дизеля во время его работы. Как отмечалось ранее, такое диагностирование является субъективным и зависит от слуховых качеств и опыта оператора. Хорошие результаты дает прослушивание стуков в неработающем дизеле при попеременном создании в надпоршневом пространстве разрежения и давления.

§ 2. Определение количества газов, прорывающихся в картер

Количество газов, прорывающихся в картер, определяют индикатором расхода газов КИ-4887-II ГОСНИТИ, принцип действия которого основан на зависимости количества газов, проходящих через дроссельный расходомер, от площади проходного сечения дросселирующего отверстия при заданном перепаде давления в дифференциальном манометре.

Прибор снабжен устройством, позволяющим отсасывать газы из картера через измерительное устройство и измерять их расход при давлении в картере, равном атмосферному. Благодаря этому полностью устраняются

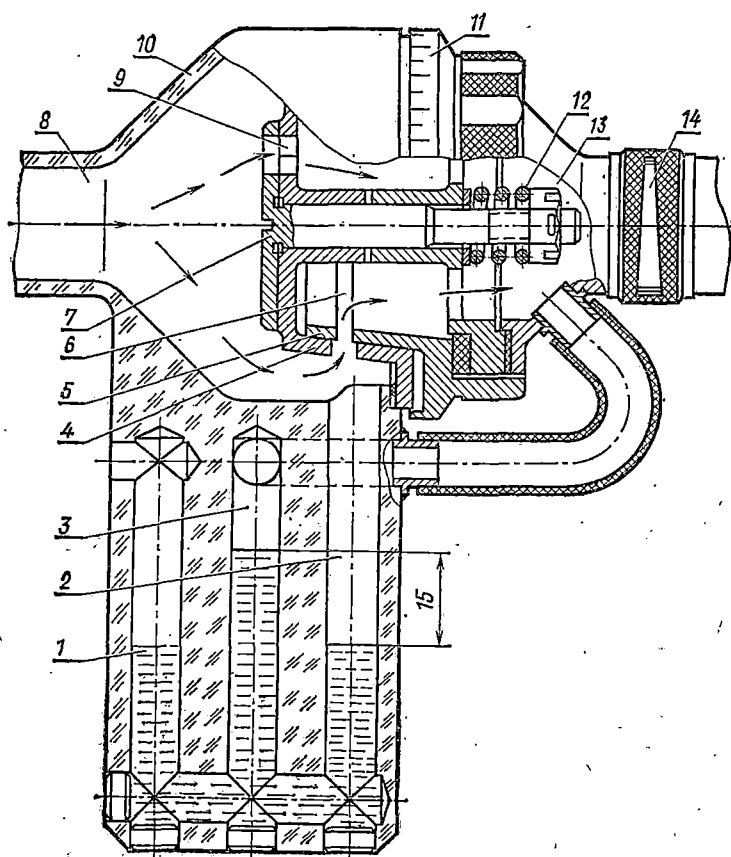


Рис. 51. Схема работы индикатора расхода газов КИ-4887-II
ГОСНИТИ:

1, 2, 3 — каналы в корпусе; 4, 5 — втулки дросселирующего устройства; 6 — дросселирующее отверстие; 7 — заслонка; 8 — впускной патрубок; 9 — калиброванное отверстие; 10 — корпус прибора; 11 — шкала; 12 — распорная пружина; 13 — выпускной патрубок; 14 — дроссель.

утечки газов через неплотности картера и, следовательно, значительно повышается точность измерений.

Схема работы прибора КИ-4887-II ГОСНИТИ представлена на рисунке 51. Прибор состоит из дроссельного расходомера постоянного перепада давления с жидкостным дифференциальным манометром для контроля дав-

ления в дросселирующем устройстве, дросселя и жидкостного манометра для регулирования и контроля давления на входе в расходомер, впускного и выпускного патрубков, трубопроводов с наконечниками и эжектора для отсоса газов, поступающих во впускной патрубок.

Расход газов определяют по шкале 11, нанесенной на подвижной втулке 5. Шкала тарируется при перепаде давления в дросселирующем устройстве, равном 150 Па. Этот перепад устанавливают путем изменения площади дросселирующего отверстия 6 и контролируют дифференциальным манометром, водяные столбики которого находятся в каналах 2 и 3 прозрачного корпуса 10. Сверления в нижней части сообщаются между собой, а в верхней — с впускным 8 и выпускным 13 патрубками дросселирующего устройства. Дросселирующее отверстие 6 позволяет измерять расход до 100 л/мин. Для увеличения диапазона измерений в дне неподвижной втулки 4 имеются два дополнительных калиброванных отверстия 9, прикрываемых заслонкой 7. Подключение этих отверстий дает возможность измерять расход до 178 л/мин.

Чтобы измерить количество газов, прорывающихся в картер, пускают и прогревают дизель. Открывают маслозаливную горловину, закрывают отверстие сапуна и отверстие под масломерную линейку пробками.

Заливают в каналы дифференциального манометра воду примерно наполовину, вывинтив из канала 1 пробку, которую не ставят на место до конца измерений. Полностью открывают отверстие 6 поворотом втулки 5 за маховичок против часовой стрелки и дроссель 14 поворотом наружной втулки.

Подключают прибор к дизелю. Для этого закрепляют на выхлопной трубе эжектор 1 (рис. 52) или опускают наконечник выпускного трубопровода 2 во впускную трубу воздухоочистителя, вставляют конусный резиновый наконечник 7 впускного трубопровода 5 в отверстие маслозаливной горловины.

При работе дизеля на холостом ходу устанавливают номинальную частоту вращения коленчатого вала.

Удерживая прибор в вертикальном положении, поворотом наружной втулки дросселя 3 выравнивают уровни воды в левом и правом каналах дифференциального манометра 6. Затем, медленно поворачивая втулку 4 за маховичок по часовой стрелке, добиваются такого поло-

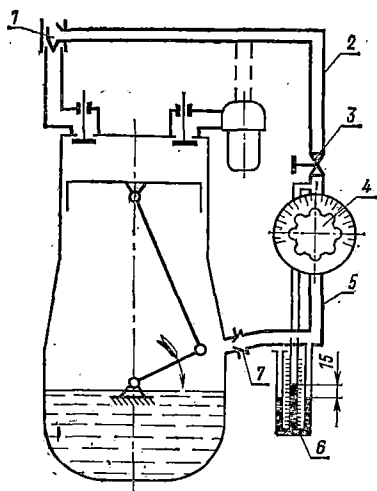


Рис. 52. Схема измерения количества газов, прорывающихся в картер при помощи индикатора расхода газов КИ-4887-II:

1 — эжектор; 2 — выпускной трубопровод; 3 — дроссель; 4 — втулка шкалы расходомера; 5 — впускной трубопровод; 6 — водяной дифференциальный манометр; 7 — резиновый наконечник.

жения, при котором уровень воды в среднем канале был бы на 15-мм выше уровня в правом канале. Если после этого уровня воды в левом и правом каналах окажутся разными, то поворотом наружной втулки дросселя 3 их необходимо выровнять. Затем по шкале прибора определяют расход газов.

Если расход газов превышает допускаемое значение, дизель подлежит ремонту.

Повышенный расход картерных газов может вызываться чрезмерным износом деталей цилиндро-поршневой группы, а также закоксовыванием или поломкой поршневых колец в отдельных цилиндрах.

Чтобы выявить причину и определить вид и объем ремонта при количестве газов, превышающем допускаемое значение, следует проверить состояние каждого цилиндра в отдельности.

§ 3. Определение состояния отдельных цилиндров

Состояние каждого цилиндра оценивают с помощью вакуум-анализатора КИ-5315 ГОСНИТИ по величине вакуумметрического давления (разрежения) в надпоршневом пространстве. Прибор состоит из вакуумметра 9 (рис. 53), корпуса 7, наконечника 1, впускного 5 и выпускного 2 клапанов.

Для диагностирования цилиндро-поршневой группы вакуум-анализатор соединяют с надпоршневым пространством, плотно вставляя наконечник в отверстие для форсунки, и прокручивают коленчатый вал с помощью стартера или пускового двигателя. В момент движения

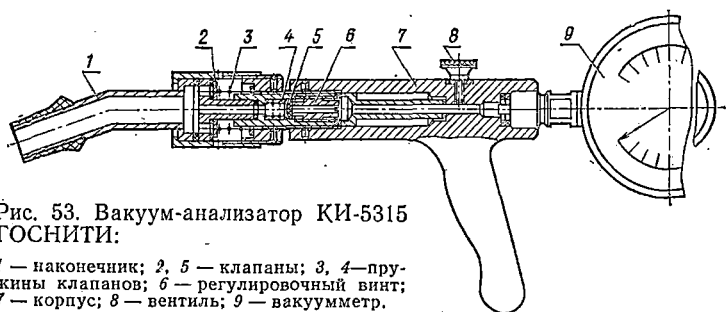


Рис. 53. Вакуум-анализатор КИ-5315
ГОСНИТИ:

1 — наконечник; 2, 5 — клапаны; 3, 4 — пружины клапанов; 6 — регулировочный винт; 7 — корпус; 8 — вентиль; 9 — вакуумметр.

поршня вниз на такте расширения в надпоршневом пространстве создается вакуумметрическое давление, под действием которого открывается впускной клапан прибора. Благодаря этому вакуумметрическое давление из надпоршневого пространства передается вакуумметру, вызывая отклонение стрелки прибора на соответствующую величину.

Когда поршень движется вверх на такте сжатия, воздух из надпоршневого пространства выталкивается в атмосферу через выпускной клапан. При этом впускной клапан закрыт.

Во время очередного хода поршня проверяемого цилиндра вниз выпускной клапан закрывается, а впускной клапан открывается. Это влечет за собой дальнейшее возрастание вакуумметрического давления. В тот момент, когда давление в системе цилиндр — вакуум-анализатор достигает постоянной величины, т. е. становится равным максимальному вакуумметрическому давлению в надпоршневом пространстве, показание вакуумметра стабилизируется.

Величина вакуумметрического давления, зафиксированная при стабильном положении стрелки вакуумметра, характеризует состояние уплотнений в проверяемом цилиндре.

Усилие затяжки пружины впускного клапана регулируют на заводе-изготовителе регулировочным винтом 6. Оно должно обеспечивать полное открытие клапана при диагностировании дизелей с предельным (выбраковочным) состоянием цилиндро-поршневой группы.

Для снятия вакуумметрического давления в полости вакуумметра предусмотрен специальный вентиль 8.

§ 4. Техническая экспертиза деталей цилиндро-поршневой группы

Если диагностические параметры достигли предельных значений, дизель подлежит капитальному ремонту. Если же параметры состояния цилиндро-поршневой группы превышают допускаемые величины, дизель разбирают для технической экспертизы и замены непригодных деталей.

В случае поступления с завода-изготовителя или из ремонта дизеля, который вскрывают впервые, нередко заменяют лишь поршневые кольца. В дальнейшем при достижении предельных или превышении допускаемых в эксплуатации значений параметров состояния цилиндро-поршневой группы ее заменяют полностью. В случае предельной разницы между разрежением в каком-либо цилиндре и средним разрежением в остальных цилиндрах заменяют в этом цилиндре непригодные детали (чаще всего поломанные или пригоревшие поршневые кольца).

После разборки дизеля состояние каждой детали и сопряжения цилиндро-поршневой группы оценивают по результатам их осмотра и микрометража. При этом измеряют износ гильз и цилиндров в верхнем и среднем рабочих поясах, зазоры между гильзами и юбками поршней, зазоры в стыках поршневых колец, высоту колец и канавок поршней, зазоры между бобышками поршней и поршневыми кольцами, а также между пальцами и втулками верхних головок шатунов. Для указанных целей применяют индикаторный нутромер, микрометр, мерительные плитки, индикатор часового типа, щупы. Результаты микрометража заносят в таблицу.

Если причиной разборки дизеля оказался чрезмерный прорыв газов в картер или чрезмерный угар картерного масла, а зазоры между юбками поршней и гильзами находятся в пределах допускаемых значений, то заменяют только поршневые кольца. Гильзы цилиндров больше всего изнашиваются в плоскости, перпендикулярной продольной оси дизеля, поэтому в случае продления ресурса гильз их рекомендуется поворачивать на 90° вокруг оси с тем, чтобы при дальнейшей эксплуатации наиболее изношенные поверхности изнашивались менее интенсивно. Если причиной разборки дизеля послужила неисправность в каком-либо цилиндре (поломка поршне-

вых колец и др.), то и в этом случае рекомендуется осмотреть всю цилиндро-поршневую группу и, если необходимо, заменить изношенные и неисправные детали.

§ 5. Предварительная оценка состояния сопряжений кривошипно-шатунного механизма

При диагностировании сопряжений кривошипно-шатунного механизма сначала измеряют давление в главной магистрали и проверяют, нет ли стуков в сопряжениях.

Давление масла проверяют с помощью устройства КИ-5472 ГОСНИТИ, которое состоит из манометра, соединительного рукава с ниппелем и накидной гайкой, демпфера, служащего для сглаживания пульсаций масла при измерении давления, и сменных штуцеров (переходников).

Чтобы измерить давление в главной магистрали дизеля, устройство подключают к корпусу масляного фильтра, предварительно отсоединив трубку мембранного манометра или измерительного преобразователя логометрического манометра.

Пускают и прогревают дизель до нормального теплового состояния, после чего проверяют давление масла в магистрали сначала при номинальной, а затем при минимальной устойчивой частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу.

Стуки в сопряжениях кривошипно-шатунного механизма прослушивают при неработающем дизеле автостетоскопом ТУ 11 Бе0-003, попеременно создавая в надпоршневом пространстве разрежение и давление с помощью компрессорно-вакуумной установки КИ-4942 ГОСНИТИ или КИ-13907 ГОСНИТИ.

Установка КИ-13907 состоит из компрессора 10 (рис. 54), двух ресиверов 8 и 14, необходимых для обеспечения нормальных режимов работы компрессора, и соединительных трубопроводов.

Ресивер 14 сжатого воздуха соединен с нагнетательной полостью компрессора, а ресивер 8 разреженного воздуха — со всасывающей полостью. На корпусе ресивера 8 установлены регулятор вакуума (клапан) 15 и вентиль 7 со штуцером для подсоединения выпускного трубопровода индикатора расхода газов КИ-4887-II ГОСНИТИ при определении технического состояния цилиндро-

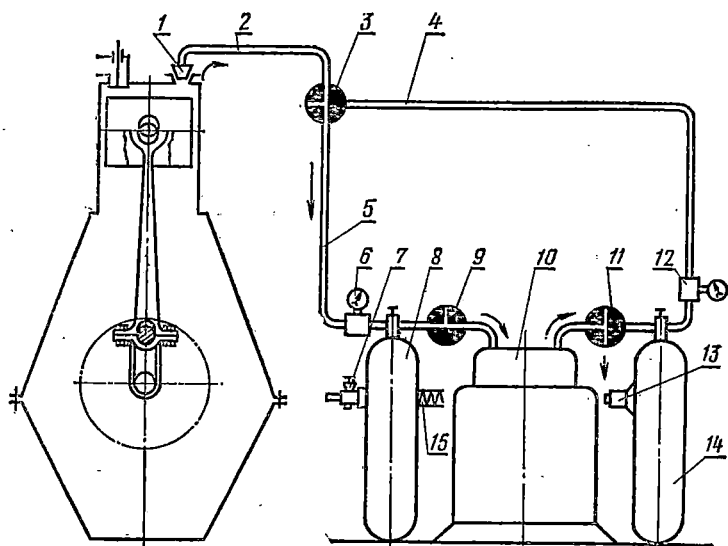


Рис. 54. Схема подключения компрессорно-вакуумной установки КИ-13907 к двигателю:

1 — наконечник; 2 — распределительный трубопровод; 3 — распределительный кран; 4 — нагнетательный трубопровод; 5 — всасывающий трубопровод; 6 — вакуумметр; 7 — вентиль; 8 — ресивер разрежения; 9, 11 — краны; 10 — компрессор; 12 — регулятор давления; 13 — предохранительный клапан; 14 — ресивер давления; 15 — регулятор вакуума.

поршневой группы или клапанов газораспределения. Ресивер 14 снабжен предохранительным клапаном 13. Привод компрессора осуществляется от электродвигателя, питаемого от сети переменного тока.

Для создания разрежения в ресивере 8 устанавливают краны 9 и 11 в позиции, показанные на схеме, и включают электродвигатель. При этом воздух, выкачиваемый из ресивера 8, выходит через кран 11 в атмосферу, не создавая противодавления на выходе. Благодаря крану 11 обеспечивается возможность получения в ресивере 8 глубокого вакуума, близкого к 0,1 МПа, в результате чего повышается подача компрессора при работе установки в режиме вакуум-насоса и увеличивается срок службы компрессора. Для создания давления в ресивере 14 кран 11 устанавливают в позицию, при которой полости компрессора и ресивера сообщаются, а кран 9 — в позицию, при которой воздух для нагнетания в ресивер

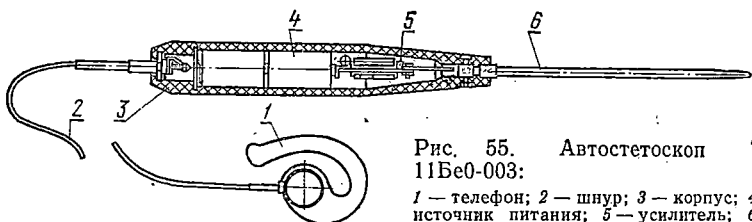


Рис. 55. Автостетоскоп ТУ 11Бе0-003:

1 — телефон; 2 — шнур; 3 — корпус; 4 — источник питания; 5 — усилитель; 6 — стержень.

14 засасывается из атмосферы. Вследствие этого достигается нормальная работа установки в режиме компрессора.

Для попеременного создания в надпоршневом пространстве проверяемого цилиндра давления и вакуума служит распределительный кран 3 с тремя трубопроводами 2, 4 и 5 и наконечник 1, присоединяемый к головке цилиндров вместо форсунки.

Электронный автостетоскоп ТУ 11 Бе0-003 (рис. 55) представляет собой усилитель 5 с пьезокристаллическим измерительным преобразователем и источником питания 4, вмонтированным в пластмассовый корпус 3, который имеет гнезда для подключения стержня 6 и телефона 1 (типа ТМ-4). Усилитель 5 питается от двух элементов ФБС-0,25 напряжением 3 В; потребляемый ток 5 мА.

Для прослушивания объекта диагностирования автостетоскоп вынимают из футляра, ввертывают наконечник и вставляют штеккер телефона в соответствующие гнезда, прикладывают наконечник к месту проверяемой составной части и закрепляют телефон на ухе. По окончании прослушивания телефон необходимо отключить, в противном случае элементы питания будут разряжаться.

С помощью автостетоскопа и описанного устройства прослушивают стуки в сопряжениях бобышки поршня — поршневой палец, поршневой палец — втулка верхней головки шатуна, шейка коленчатого вала — шатунный подшипник в следующем порядке.

Компрессорно-вакуумную установку подключают к проверяемому цилиндру, как показано на рисунке 54. Для этого снимают с двигателя форсунки, устанавливают поршень проверяемого цилиндра в в. м. т. и включают какую-либо передачу (для фиксации коленчатого вала от прокручивания). При закрытом кране 3 вставляют наконечник 1 в отверстие для форсунки проверяемого цилиндра и закрепляют его. Затем включают компрес-

сор 10 и создают в ресиверах 14 и 8 соответственно давление 0,20...0,25 МПа и разрежение 0,06...0,07 МПа. Регулятором давления 12 устанавливают рабочее давление 0,2 МПа.

После этого прикладывают наконечник автостетоскопа к блоку цилиндров в зоне поршневого пальца, открывают кран 3 установки и, попеременно создавая в надпоршневом пространстве разрежение и сжатие путем переключения кранов 9 и 11, прослушивают стуки в верхней головке шатуна и бобышках поршня. Продолжая поддерживать в ресиверах заданное давление и разрежение и приложив наконечник автостетоскопа к торцу коленчатого вала, прослушивают стуки в шатунном подшипнике. Аналогично прослушивают стуки в указанных зонах остальных цилиндров при положении поршня в в. м. т. на такте сжатия.

Если давление масла ниже допускаемых значений и в сопряжениях коленчатого вала отмечаются стуки, то необходимо проверить зазоры в указанных сопряжениях. При пониженном давлении масла и отсутствии стуков следует проверить регулировку сливного клапана смазочной системы.

Если регулировка сливного клапана не дает положительных результатов, то необходимо проверить подачу насоса и состояние редукционного клапана смазочной системы в мастерской на стенде.

§ 6. Измерение суммарного зазора в верхней головке шатуна и шатунном подшипнике

Суммарный зазор измеряют с помощью устройства КИ-11140 ГОСНИТИ, которое состоит из корпуса 2 (рис. 56) с закрепленным на нем индикатором 1 часового типа, пневматического приемника 3, сменного фланца для крепления устройства в головке цилиндров вместо форсунки, уплотнения 5, направляющей 6, штока 7, жестко соединенного с ножкой индикатора, и стопорного винта 8, служащего для фиксации направляющей в пневматическом приемнике.

Чтобы измерить зазоры, с дизеля снимают форсунки. Устанавливают поршень проверяемого цилиндра в в. м. т. на такте сжатия и стопорят коленчатый вал. Закрепляют устройство в головке вместо форсунки, предварительно ослабив стопорный винт и приподняв на-

правляющую с индикатором и штоком вверх. Затем опускают направляющую до упора штока в днище поршня (с натягом) и фиксируют ее стопорным винтом.

Присоединяют распределительный трубопровод 2 (см. рис. 54) компрессорно-вакуумной установки КИ-13907 к штуцеру пневматического приемника. Включают компрессорно-вакуумную установку и доводят давление и разрежение в ее ресиверах соответственно до 0,06...0,10 МПа и 0,06...0,07 МПа. Переключая распределительный кран 3, осуществляют два три цикла подачи давления и разрежения в надпоршневое пространство до получения стабильных показаний индикатора. С помощью крана 11 соединяют ресивер 14 сжатого воздуха с надпоршневым пространством и настраивают индикатор на нуль. Затем, соединив ресивер 8 разреженного воздуха с надпоршневым пространством, фиксируют показание индикатора.

Если суммарный зазор хотя бы у одного шатуна превышает допускаемое значение, дизель подлежит ремонту.

§ 7. Параметры состояния смазочной системы

Обобщенные параметры технического состояния смазочной системы — давление масла в магистрали и его температура. При исправном состоянии дизеля давление и температура картерного масла взаимосвязаны. После пуска холодного дизеля вследствие высокой вязкости масла давление в главной магистрали может достигать 0,4...0,5 МПа (у ЯМЗ-240Б и ЯМЗ-238НБ—0,8...1,0 МПа). По мере про-

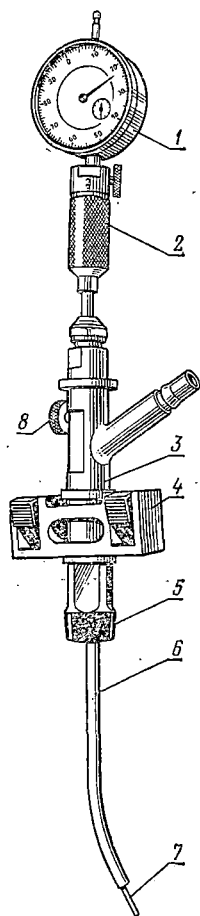


Рис. 56. Устройство КИ-11140 ГОСНИТИ для измерения зазоров в кривошипно-шатунном механизме:

1 — индикатор часового типа ИЧ10; 2 — корпус; 3 — пневматический приемник; 4 — фланец; 5 — уплотняющая; 6 — направляющая; 7 — шток; 8 — стопорный винт.

грева дизеля и возрастания температуры масла его вязкость уменьшается, что влечет за собой постепенное падение давления. Это объясняется снижением подачи насоса и сопротивления потоку масла по каналам и через фильтры.

На давление и температуру масла также влияют износ сопряжений кривошипно-шатунного механизма, состояние системы охлаждения, тепловой и нагрузочный режимы дизеля, сорт применяемого масла. При использовании картерного масла соответствующего сорта, а также в случае исправного состояния дизеля и при нормальных режимах его работы причиной значительного повышения или понижения температуры масла может быть неправильная установка переключателя «зима-лето» или неисправность клапана-термостата. При износе клапана-термостата или поломке его пружины холодное масло циркулирует через радиатор, в связи с чем его температура понижается, а давление, наоборот, повышается.

К наиболее частым причинам низкого давления масла в магистрали относятся чрезмерный износ сопряжений кривошипно-шатунного механизма, низкая подача масляного насоса и износ или разрегулировка сливного и редукционного клапанов. В этих случаях ухудшается фильтрация масла в центробежном маслоочистителе. При неисправном перепускном клапане в магистраль поступает загрязненное масло, вызывая интенсивное изнашивание дизеля. То же самое происходит в результате чрезмерного загрязнения или неисправности фильтров.

В смазочной системе необходимо периодически проверять правильность показаний масляного манометра и термометра, подачу масляного насоса, давление открытия клапанов, частоту вращения ротора центробежного маслоочистителя и состояние фильтрующих элементов грубой очистки масла, а также фильтра турбокомпрессора.

Один из основных показателей работы смазочной системы — качество картерного масла, которое во многом зависит от работы масляных фильтров. При исправном состоянии фильтров и своевременной очистке их от отложений масло меньше загрязняется и дольше сохраняет свои первоначальные свойства. Однако как бы тщательно оно ни фильтровалось, в процессе работы дизеля в масле постепенно накапливаются механические примеси

неорганического и органического происхождения. К последним относятся продукты полимеризации, содержащие смолистые вещества и вредно влияющие на работу дизеля. Кроме того, имеющиеся в дизельных маслах присадки постепенно срабатываются, образуя нерастворимый осадок абразивного характера. Интенсивность срабатывания присадки возрастает с увеличением содержания сернистых соединений в топливе. Наиболее интенсивно концентрация присадки снижается в первые 100...120 ч. В дальнейшем концентрация присадки стабилизируется, однако ее уровень оказывается недостаточным для нейтрализации агрессивных продуктов окисления топлива и масла. Ухудшаются моющие свойства масла. Вследствие этого детали цилиндро-поршневой группы сильно изнашиваются; на них интенсивно оседают лак и нагар, закоксовывающие поршневые кольца. Кроме того, значительная часть присадки при транспортировании и хранении масла (до 25...30%) выпадает в осадок.

Согласно правилам технического обслуживания тракторов, картерное масло необходимо заменять при ТО-2. В действительности же срок службы масла зависит от множества факторов, в частности от износа цилиндро-поршневой группы, теплового и нагрузочного режимов дизеля, содержания серы в топливе, сорта масла и др.

§ 8. Промывка и проверка масляных очистителей

Фильтр грубой очистки масла. При проверке масляных фильтров сначала, отвинтив сливные пробки, сливают масло из корпуса фильтров в приготовленную емкость.

У дизеля Д-108 отвинчивают стяжные винты масляных фильтров, снимают крышки кожухов, вынимают фильтрующие элементы и отделяют наружные секции от внутренних.

У дизелей других марок, которые снабжены фильтром грубой очистки масла, отвинчивают гайку крепления колпака фильтра грубой очистки масла, снимают и разбирают фильтрующие элементы. Заглушают отверстия каналов в камере корпуса фильтров и промывают внутреннюю полость камеры.

Очищают и промывают щетинной щеткой фильтрующие элементы и уплотнительные кольца.

У фильтров дизеля Д-108 промывают только наружные (металлические) элементы. Внутренние элементы при сильном загрязнении заменяют.

Промытые элементы ополаскивают в чистом керосине, обдувают сжатым воздухом и осматривают состояние навивки. Поврежденные места запаивают. Затем собирают фильтрующие элементы и устанавливают их на место.

При сборке необходимо обращать внимание на наличие и состояние уплотнений. У дизеля Д-108 внутренние секции фильтра устанавливают так, чтобы крышка, прикрепленная скрепками, была обращена вверх.

Центробежный маслоочиститель. При проверке маслоочистителя снимают колпак и осматривают наружную поверхность ротора. У исправного маслоочистителя поверхность ротора должна быть чистой. Допускается наличие следов подтекания масла.

Разбирают маслоочиститель и очищают внутреннюю полость крышки ротора от отложений. Промывают основание и другие детали ротора в керосине или дизельном топливе.

Осматривают сопловые отверстия форсунок. Если они засорены, то их прочищают медной или латунной прово-

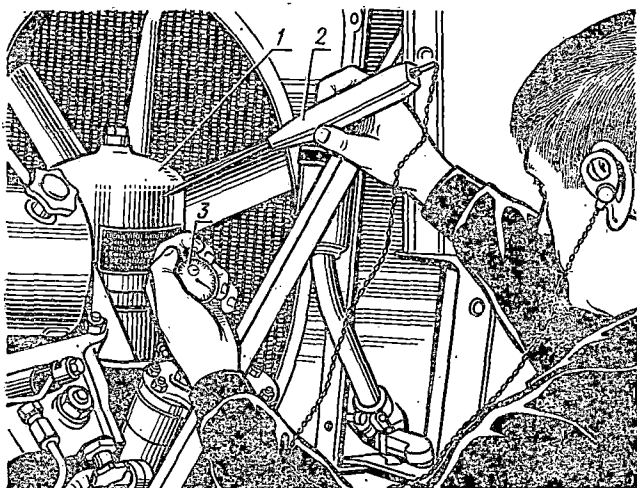


Рис. 57. Проверка продолжительности вращения ротора центробежного маслоочистителя на тракторе Т-150К:

1 — колпак маслоочистителя; 2 — автостетоскоп; 3 — секундомер.

локой соответствующего диаметра, после чего продувают сжатым воздухом. Проверяют (путем осмотра) состояние составных частей ротора и его подшипников, а также уплотнительных прокладок. Неисправные детали заменяют.

Собирают ротор, устанавливают на ось и закрепляют гайкой. Проверяют осевой зазор ротора, который не должен превышать 2 мм. Убеждаются в легкости вращения ротора от руки. Устанавливают колпак на место.

Чтобы проверить работоспособность маслоочистителя, пускают и прогревают дизель до температуры картерного масла 70... 80° С. При номинальной частоте вращения коленчатого вала приставляют к колпаку 1 (рис. 57) маслоочистителя автостетоскоп 2 и резко выключают подачу топлива.

После остановки дизеля включают секундомер 3 и прослушивают шум ротора маслоочистителя. Выключают секундомер в момент полного прекращения шума. Ротор исправного маслоочистителя должен вращаться не менее 35 с.

§ 9. Параметры состояния механизма газораспределения

Основные параметры технического состояния механизма газораспределения — плотность прилегания клапанов к гнездам головки, зазоры между стержнями клапанов и бойками коромысел, фазы газораспределения, износ кулачков, подшипников распределительного вала и шестерен распределения, состояние прокладки и головки цилиндров, зазоры между втулками и стержнями клапанов, величина утопания клапанов в гнездах головки цилиндров.

На неплотности в сопряжениях тарелок клапанов и гнезд головки указывает характерное шипение или свист воздуха во впускных и выпускных каналах головки или трубопроводах во время прокручивания коленчатого вала вручную при снятых коромыслах и воздухоочистителе. Однако это ориентировочный параметр и он не может служить основанием для притирки клапанов. Известны и другие способы качественной оценки состояния клапанов.

В ГОСНИТИ разработан метод, позволяющий давать количественную оценку неплотностей клапанов по расходу воздуха, проходящего через каждый клапан в отдель-

ности при подаче его в камеру сгорания неработающего дизеля.

Утопание клапанов в гнездах головки определяют по расстоянию между плоскостью торца стержня клапана и обработанной плоскостью головки со стороны клапанного механизма, измеряемому на дизеле при снятой крышке клапанной коробки.

Износ кулачков распределительного вала оценивают, зная высоту кулачков, которую определяют непосредственно на дизеле по величине перемещения клапанов с учетом зазоров между их стержнями и бойками коромысел. Этот метод связан с небольшой затратой труда, не требует сложной аппаратуры.

Суммарный износ деталей механизма газораспределения (шестерен газораспределения, подшипников и кулачков распределительного вала) можно определить по смещению угла начала открытия впускного клапана первого цилиндра в сторону запаздывания.

На практике встречаются случаи скручивания распределительных валов вследствие заедания подшипников после ремонта дизеля. Эту неисправность можно легко обнаружить по результатам измерения углов начала открытия впускного клапана первого и последнего цилиндров.

Для ориентировочной оценки величин зазоров клапанов без снятия крышки пользуются автостетоскопом ТУ 11 Бе0-003, наконечник которого прикладывают к клапанной коробке. В случае чрезмерно больших зазоров в области клапанного механизма прослушиваются четкие металлические стуки при малой частоте вращения коленчатого вала. При обнаружении стуков необходимо остановить дизель, вскрыть клапанную коробку и проверить зазоры путем непосредственных измерений.

§ 10. Проверка и регулировка зазоров клапанов газораспределения

Зазоры в клапанном и декомпрессионном механизмах проверяют щупами (ГОСТ 882—75) — набор № 2 в следующем порядке.

Проверяют и, если необходимо, подтягивают гайки крепления головки цилиндров, сняв крышки. Сначала проверяют затяжку тех гаек, к которым возможен доступ. Если гайки проворачиваются, снимают с головки

валик с коромыслами и подтягивают динамометрическим ключом все гайки. Начинать подтяжку следует с середины головки, поочередно затягивая лежащие накрест гайки и равномерно удаляясь от середины к краям головки.

Поставив снятые составные части на место (кроме крышек), проверяют и, если необходимо, регулируют зазоры. Для этого устанавливают поршень первого цилиндра примерно в в. м. т. при такте сжатия. Прокручивая коленчатый вал, наблюдают за перемещением впускного клапана первого цилиндра. После того как клапан начнет открываться, прокручивают коленчатый вал еще на один оборот.

У дизеля ЯМЗ-238НБ поршень первого цилиндра устанавливают в положение, соответствующее 45° до в. м. т. Для этого сначала поворачивают коленчатый вал до совмещения риски на его шкиве с риской 0 на крышке шестерен распределения при такте сжатия в первом цилиндре (когда впускной и выпускной клапаны закрыты). Затем поворачивают коленчатый вал на $40...45^\circ$ (примерно на $\frac{1}{8}$ оборота).

У дизеля ЯМЗ-240Б снимают крышку смотрового люка с корпуса гасителя крутильных колебаний и прокручивают коленчатый вал до совмещения риски с надписью «клапаны» на корпусе гасителя 3 (рис. 58) крутильных колебаний с указателем 2, ввернутым в переднюю крышку 1 блока цилиндров. При этом все клапаны цилиндров, обозначенных цифрами под надписью «клапаны», будут закрыты.

Проверяют с помощью щупов зазоры между стержнями клапанов и бойками коромысел первого цилиндра (у ЯМЗ-240Б — тех цилиндров, номера которых обозначены под надписью «клапаны» на гасителе крутильных колебаний, у ЯМЗ-238НБ — первого и пятого цилиндров).

В случае неравномерного износа опорных поверхностей бойка коромысла и стержня клапана измерение теплового зазора щупами (с достаточной точностью) затруднено, например при несовпадении оси бойка коромысла с осью стержня клапана, а также при неодинаковых диаметрах опорных поверхностей бойка и стержня. Более точные результаты измерений дает устройство КИ-9918 ГОСНИТИ, включающее индикатор часового типа ИЧ-10, жестко закрепленный на неподвижном кор-

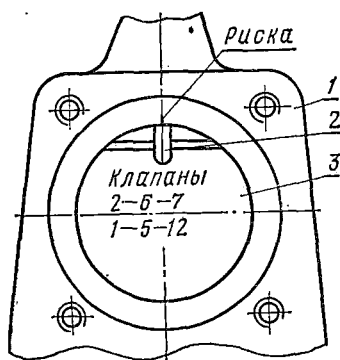


Рис. 58. Схема совмещения риски на гасителе крутильных колебаний дизеля ЯМЗ-240Б с указателем при проверке тепловых зазоров в клапанном механизме:

1 — передняя крышка блока цилиндров; 2 — указатель; 3 — гаситель крутильных колебаний.

ля и по показанию индикатора определяют значение теплового зазора.

После проверки и регулировки зазоров клапанов и декомпрессионного механизма у первого цилиндра (на дизеле ЯМЗ-238НБ — у первого и пятого) регулируют зазоры у других цилиндров в соответствии с порядком их работы, каждый раз прокручивая коленчатый вал на полоборота (у дизелей СМД-60, СМД-62, СМД-64, А-01М — на одну треть оборота). У дизеля ЯМЗ-238НБ зазоры клапанов проверяют попарно: у второго и четвертого, третьего и шестого, седьмого и восьмого цилиндров. У дизеля ЯМЗ-240Б коленчатый вал прокручивают до совмещения риски с надписью «клапаны» и цифрами, обозначающими на гасителе крутильных колебаний очередную группу цилиндров, с указателем, ввернутым в переднюю крышку блока цилиндров.

§ 11. Диагностирование клапанов газораспределения и распределительного вала

Проверка неплотностей клапанов газораспределения. Состояние уплотнений клапан — гнездо определяют при

пусе, подпружиненную подвижную каретку, отжимной кулачок и тормозок.

Чтобы проверить зазор между стержнем клапана и бойком коромысла, устройство устанавливают на тарелку пружины клапана и зажимают с помощью каретки между тарелкой и коромыслом, приподняв каретку вверх. При закрытом клапане нажимают на коромысло так, чтобы боек коснулся стержня клапана, и совмещают нуль шкалы индикатора со стрелкой. После этого нажимают на коромысло в обратном направлении до момента соприкосновения регулировочного винта со штангой толкателя

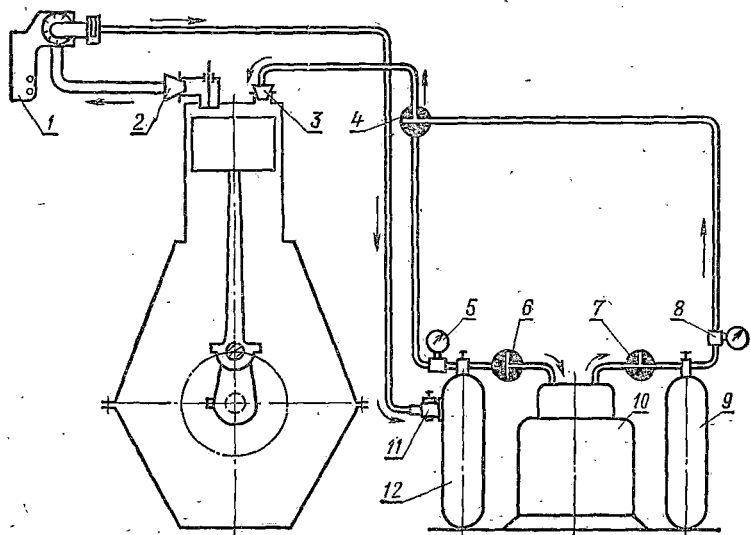


Рис. 59. Схема определения неплотностей клапанов газораспределения:

1 — индикатор расхода газов КИ-4887-II; 2, 3 — наконечники; 4, 6, 7, 11 — краны; 5 — вакуумметр; 8 — регулятор давления; 9, 12 — ресиверы; 10 — компрессор.

снятых форсунках с помощью индикатора расхода газов КИ-4887-II и компрессорно-вакуумной установки по схеме, приведенной на рисунке 59.

Для этого прокручивают коленчатый вал до прихода поршня первого цилиндра в в. м. т. или в положение, соответствующее установочному углу опережения подачи топлива на такте сжатия.

Стопорят коленчатый вал, включив какую-либо передачу. Отверстия под форсунки у всех клапанов, кроме проверяемого, закрывают пробками. Выходной патрубок индикатора 1 подключают к крану 11 ресивера 12. В отверстие для форсунки проверяемого цилиндра устанавливают наконечник 3 распределительного рукава. Полностью открывают дросселирующее отверстие индикатора поворотом дросселя 14 (см. рис. 51) и выходную щель поворотом заслонки 7.

При закрытом распределительном кране 4 (рис. 59) включают компрессор 10 и создают в ресивере 12 разрежение 0,06...0,07 МПа, а в ресивере 9 — давление 0,20...

...0,25 МПа. Затем плотно прижимают конусный накопник 2 впускного трубопровода индикатора 1 к выпускной трубе или выпускному трубопроводу воздухоочистителя (при снятом фильтре грубой очистки воздуха). Регулятором 8 устанавливают рабочее давление 0,2 МПа. После этого, открыв кран 4, с помощью крана 7 включают подачу воздуха в проверяемый цилиндр.

Удерживая прибор в вертикальном положении, определяют утечку воздуха через проверяемый клапан (порядок измерений описан в § 2 данной главы).

Аналогично проверяют неплотности клапанов остальных цилиндров в соответствии с порядком их работы, каждый раз прокручивая коленчатый вал на полоборота (у шестицилиндровых двигателей — на одну треть оборота).

У дизелей ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-238НБ неплотности клапанов проверяют в таком же порядке, что и тепловые зазоры.

Если величина утечки воздуха хотя бы через один клапан превышает допускаемое значение, необходимо снять головку цилиндров и притереть клапаны к гнездам.

Определение высоты кулачков распределительного вала и утопания клапанов в гнездах головки цилиндров. Значения указанных параметров можно определить штангенглубиномером или штангенциркулем ШЦ-1-125, снабженным глубиномером. Снимают крышку клапанного механизма и на такте сжатия устанавливают поршень первого цилиндра в в. м. т. (у тракторов К-700, К-701, «Беларусь», Т-70С, Т-54В, Т-38М, ЮМЗ-6Л — в положение, соответствующее установочному углу опережения подачи топлива). Проверяют и, если необходимо, регулируют зазор между стержнем клапана и бойком коромысла.

Глубиномером измеряют расстояние от поверхности головки цилиндров до торца клапана. После этого, прокрутив коленчатый вал до полного открытия клапана, снова измеряют указанное расстояние.

По разнице между измерениями определяют величину перемещения клапана. Если она меньше допускаемого значения, распределительный вал заменяют.

Если выступание стержня клапана относительно поверхности головки превышает допускаемое значение, головку ремонтируют или заменяют.

§ 12. Параметры состояния системы охлаждения

Основные параметры технического состояния системы охлаждения — толщина накипи на поверхности нагрева, герметичность соединений системы, состояние сердцевины радиатора, паровоздушного клапана, прокладки и головки цилиндров, износ лопастей крыльчатки и стенок корпуса водяного насоса, состояние шторы или жалюзи, натяжение ремня вентилятора.

Наличие накипи в системе охлаждения выявляют по температуре наружной поверхности головки цилиндров и блока, измеренной в наиболее напряженных местах при определенной температуре охлаждающей воды. Однако этот способ неточен, так как он зависит от нагрузки, угла опережения впрыска, качества распыливания топлива форсунками, температуры окружающей среды и др. Ориентировочно на отложение накипи в системе указывают также повышенные значения температуры и угара картерного масла. Наиболее правильно можно определить состояние поверхностей нагрева, непосредственно измеряя толщину отложений накипи в наиболее напряженных местах, например в верхней части гильз цилиндров. Для этой цели на блоках цилиндров следовало бы предусмотреть специальные заглушки.

Объективные методы обнаружения накипи отсутствуют, поэтому систему охлаждения периодически промывают специальными растворами — накипеудалителями.

На засорение трубок радиатора и образование на них слоя накипи указывают снижение разности температур охлаждающей воды (на входе в радиатор и выходе из него), а также увеличение разрежения в нижнем водяном патрубке (измеряется вакуумметром). Загрязненность сердцевины радиатора снаружи можно определить внешним осмотром, а также по разности указанных температур охлаждающей воды.

Герметичность соединений системы охлаждения определяют внешним осмотром при работе дизеля. Надежность соединений и трубок сердцевины радиатора проверяют путем гидравлической опрессовки системы охлаждения под давлением. При этом величину утечки жидкости можно оценить по падению давления в единицу времени.

Действие паровоздушного клапана контролируют по давлению начала открытия парового и воздушного клапанов при подаче сжатого воздуха.

Состояние прокладки и головки цилиндров определяют с помощью манометра, подключаемого к системе охлаждения, при избытке давления в системе на работающем дизеле. В случае пропуска в систему охлаждения газов стрелка манометра колеблется. Состояние прокладки и головки проверяют также путем подачи сжатого воздуха в камеру сгорания при неработающем дизеле.

На чрезмерный износ лопастей крыльчатки и стенок корпуса водяного насоса указывают повышение температуры в верхнем баке радиатора и уменьшение разрежения в нижнем водяном патрубке при нормальном натяжении ремня вентилятора.

Состояние шторки или жалюзи выявляют внешним осмотром и проверкой действия устройств, регулирующих степень прикрытия поверхности радиатора. За работой термостата наблюдают по температуре начала и конца открытия клапана. Правильность показаний дистанционного термометра устанавливают по контрольному термометру.

Натяжение ремня вентилятора контролируют с помощью приспособления по прогибу при определенном усилии нажатия на ремень.

§ 13. Проверка герметичности системы охлаждения

Герметичность системы охлаждения проверяют, используя компрессорно-вакуумную установку или обычный компрессор, в следующем порядке.

Проверяют и, если необходимо, доливают в систему воду до полного объема.

Сначала проверяют состояние прокладки и головки цилиндров. Для этого пускают и прогревают дизель до температуры охлаждающей воды 85...95° С. Останавливают дизель и снимают с него форсунки. Проверяют и при необходимости подтягивают гайки крепления головки цилиндров.

Установив поршень первого цилиндра в в. м. т. на такте сжатия и подавая в камеру сгорания через отверстие для форсунки компрессором сжатый воздух под давлением 0,5 МПа, наблюдают за поверхностью воды в верхнем баке радиатора. При неисправностях головки

цилиндров (трещинах, короблении) или прокладки головки (прогорании) из воды выходят пузырьки воздуха.

Поочередно устанавливая поршни остальных цилиндров в в. м. т. на такте сжатия (в соответствии с порядком их работы) и подавая сжатый воздух в соответствующий цилиндр, проверяют, нет ли пропуска воздуха в рубашку головки из других цилиндров. Пузырьки воздуха свидетельствуют о неисправности, которую устраняют, сняв головку цилиндров.

Затем проверяют герметичность соединений системы. Для этого плотно закрывают заливную горловину радиатора приспособлением для подачи в систему охлаждения сжатого воздуха — насадкой. Если паровоздушный клапан выполнен отдельно от пробки заливной горловины, снимают клапан, а вместо него устанавливают приспособление; плотно закрывают заливную горловину пробкой.

С помощью компрессорно-вакуумной установки в систему охлаждения через указанное приспособление подают сжатый воздух под давлением 0,15 МПа и включают секундомер. Падение давления на величину, превышающую 0,01 МПа за 10 с, указывает на наличие течи в системе. Течь обнаруживают также внешним осмотром соединительных мест.

Если нет компрессора, герметичность системы охлаждения можно проверить, прокрутив дизель с помощью пускового устройства. Для этого снимают ремень вентилятора (водяного насоса), предварительно ослабив его натяжение, и, прокручивая дизель при выключенной подаче топлива, наблюдают за поверхностью воды в радиаторе. Выход пузырьков из воды указывает на негерметичность системы.

Если трактор установлен на посту технического обслуживания и диагностирования, оборудованном установкой КИ-4935 ГОСНИТИ или стендом КИ-8927 ГОСНИТИ (КИ-8948 ГОСНИТИ), дизель прокручивают с помощью электрической машины.

§ 14. Проверка и регулировка натяжения ремня вентилятора (водяного насоса)

Натяжение ремня вентилятора (водяного насоса) проверяют с помощью приспособления КИ-13918 ГОСНИТИ. Оно состоит из корпуса со шкалой прило-

женного усилия, штанги, рукоятки, сектора с основной шкалой результата измерения и сектора, имеющего вспомогательную шкалу типоразмеров ремней.

Чтобы проверить натяжение ремня, секторы устанавливают в нулевое положение, прикладывают приспособление опорными торцами к середине проверяемой ветви ремня так, чтобы штанга была перпендикулярна ветви, и нажимают на корпус до достижения нагрузки 40 Н. При этом ремень определенного типоразмера прогибается на величину, пропорциональную его натяжению. Секторы поворачиваются на определенный угол и фиксируют величину прогиба ремня в градусах. Сняв приспособление с ремня, по основной шкале определяют вид регулировочной работы: «Натянуть», «Норма» или «Ослабить».

У дизелей отечественных тракторов и комбайнов натяжение ремней проверяют по величине прогиба ветви, находящейся между шкивами: коленчатого вала и вентилятора (у ЯМЗ-240Б, Д-130, Д-108), коленчатого вала и водяного насоса (у ЯМЗ-238НБ), вентилятора и натяжного приспособления (у СМД-60, СМД-62, СМД-64, А-01М), привода вентилятора и натяжного приспособления (у Д-54А), коленчатого вала и генератора (у дизелей других марок).

Если прогиб не соответствует норме, необходимо отрегулировать натяжение ремня: у дизеля ЯМЗ-238НБ с помощью регулировочных прокладок, помещенных под съемной боковиной; у дизелей ЯМЗ-240Б, СМД-60, СМД-62, СМД-64, Д-130, Д-160, А-01М, Д-54А с помощью натяжного ролика; у дизеля Д-108 изменением положения кронштейна вентилятора; у дизеля Д-21 изменением положения натяжного шкива; у дизелей других марок изменением положения (поворотом) генератора относительно кронштейна.

§ 15. Влияние состояния системы очистки и подачи воздуха на работу дизеля

Система очистки и подачи воздуха в цилиндры включает воздухоочиститель, впускной патрубок и турбокомпрессор, применяемый на дизелях некоторых типов для повышения их мощности и топливной экономичности за счет нагнетания в цилиндры дополнительных порций воздуха.

Воздухоочиститель — одна из основных составных частей, предохраняющих двигатель внутреннего сгорания от преждевременного износа. Особенно велико его значение для тракторных и комбайновых дизелей, работающих в облаке пыли. При выполнении сельскохозяйственных работ содержание пыли колеблется в значительных пределах, например на пахоте оно может составлять 0,005...0,500 г на 1 м³ воздуха, на бороновании — 0,03...1,50 г на 1 м³. В отдельных случаях содержание пыли достигает 2 г на 1 м³, причем размеры пылинок, находящихся в воздухе во взвешенном состоянии, могут быть от десятых долей микрометра до сотен микрометров.

В процессе эксплуатации трактора рабочие характеристики воздухоочистителя изменяются по мере накопления в нем пыли, уноса и испарения масла в поддоне, изнашивания и уплотнения фильтрующих элементов. При этом степень и тонкость очистки воздуха от пыли резко ухудшается, в результате чего увеличивается и количество пыли, поступающей на трущиеся поверхности деталей дизеля. По мере засорения воздушного фильтра возрастает сопротивление движению воздуха. Вследствие этого в фильтре и во впускном патрубке возникает дополнительное разрежение, которое, с одной стороны, создает опасность подсоса в камеры сгорания неочищенного, запыленного воздуха (через неплотности системы), а с другой — снижает массу, температуру и давление воздушного заряда, поступающего в камеры сгорания. В результате резко повышается интенсивность изнашивания дизеля и одновременно с этим вследствие недостатка воздуха снижаются мощность и топливная экономичность. При подсосе запыленного воздуха через неплотности системы значительно повышается не только количество, но и размер пылинок, попадающих в камеры сгорания.

Эффективность работы инерционно-масляных воздухоочистителей во многом зависит от состояния масла в поддоне. По мере насыщения частицами пыли оно густеет, на поверхности масляного слоя образуется плотная пленка и степень очистки воздуха снижается.

Абразивные частицы (твердые пылинки), которые проникли из камер сгорания в картер, попадают в смазочное масло и циркулируют вместе с ним до тех пор, пока не будут задержаны масляными фильтрами. При

этом абразивы многократно оказывают вредное действие, способствуя изнашиванию зеркал цилиндров, поршневых колец, поршней, шеек коленчатого вала, вкладышей и других деталей дизеля.

Интенсивность изнашивания деталей дизеля зависит от размеров и физических свойств абразивных частиц. Наиболее опасна в этом отношении кварцевая пыль, имеющая высокую твердость. В смеси с маслом она действует подобно наждаку.

Чтобы обеспечить нормальную работу системы очистки и подачи воздуха, необходимо своевременно и качественно проводить техническое обслуживание воздухоочистителя, периодически очищать и промывать его составные части, своевременно заменять масло в поддоне, подтягивать крепления и проверять герметичность соединений.

Масло в поддон следует заливать до нормального уровня. Избыток масла в поддоне всасывается вместе с пылью в дизель, а недостаток его влечет за собой ухудшение процесса очистки воздуха от пыли.

§ 16. Проверка засоренности воздухоочистителя

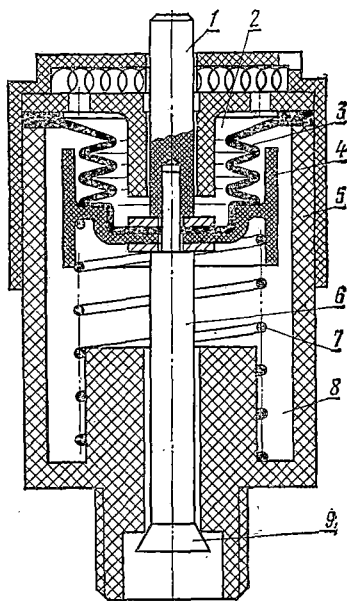
Состояние воздухоочистителя можно определить по разрежению во впускном воздушном тракте: чем сильнее засорен воздухоочиститель, тем больше разрежение. Для этой цели применяют сигнализатор засоренности воздухоочистителя ОР-9928 ГОСНИТИ, который состоит из корпуса 5 (рис. 60) со смотровым окном, камеры 2 атмосферного давления, рабочей камеры 8, поршня-указателя 4 с нажимным стержнем 1, диафрагмы 3 и обратного клапана 9 с нажимной пружиной 7, открываемого под действием стержня 1 и штока 6.

Сигнализатор устанавливают на впускном трубопроводе. При нерабочем состоянии сигнализатора камера 8 разобщена со впускным воздушным трактом дизеля, так как под действием пружины клапан находится в закрытом состоянии.

Чтобы проверить засоренность воздухоочистителя, устанавливают номинальную частоту вращения коленчатого вала и нажимают пальцем на стержень 1, открыв обратный клапан. При этом рабочая камера сообщает-ся со впускным воздушным трактом, и под действием избыточного давления над диафрагмой поршень-указа-

Рис. 60. Сигнализатор засоренности воздухоочистителя ОР-9928 ГОСНИТИ:

1 — стержень; 2 — камера атмосферного давления; 3 — диафрагма; 4 — поршень-указатель; 5 — корпус; 6 — шток; 7 — пружина; 8 — рабочая камера; 9 — обратный клапан.



тель перемещается вниз, сжимая пружину. Чем больше разрежение, тем ниже опускается поршень-указатель, нижняя часть которого окрашена в зеленый цвет, а верхняя — в красный. Появление в смотровом окне 2 красной полосы свидетельствует о предельном засорении воздухоочистителя и необходимости очистки и промывки фильтрующих элементов.

Для кратковременного подключения сигнализатора к впускному воздушному тракту (при технических обслуживаниях) его снабжают резиновой присоской, а для постоянного — штуцером с резьбой.

§ 17. Обслуживание воздухоочистителя

Инерционно-масляный воздухоочиститель. Следует своевременно проверять и при засорении прочищать пылесборные щели и сетку воздухозаборника (фильтра грубой очистки воздуха), а также центральную трубу воздухоочистителя, контролировать уровень масла в поддоне и его загрязненность. При наличии большого количества отложений следует заменить масло, предварительно промыв поддон и прочистив отверстия в чашке масляной ванны.

При сильном засорении воздухоочистителя необходимо снять съемные кассеты и фильтрующие элементы и промыть их в бензине или керосине. После промывки элементы из пенополиуретана следует отжать и просушить, а сетчатые и капроновые элементы слегка смочить дизельным маслом.

Для полной очистки и промывки воздухоочистителя с него снимают фильтр грубой очистки и поддон, вынимают съемные фильтрующие элементы (кассеты). Снимают корпус воздухоочистителя с трактора. Очищают и промывают водой фильтр грубой очистки. Очищают специальным скребком центральную трубу воздухоочистителя. Устанавливают корпус воздухоочистителя в ванну заборной трубой вниз и промывают трубу с закрепленными фильтрующими элементами.

Воздухоочиститель собирают в последовательности, обратной разборке. При постановке сетчатых элементов в корпус воздухоочистителя следят за тем, чтобы гофры соседних кассет перекрещивались, а планки находились одна над другой.

Бумажный воздухоочиститель. Для тонкой очистки воздуха от пыли широко применяют бумажные фильтр-патроны (кассеты), изготовленные из высокопористого картона. Их обслуживают в следующем порядке.

Вынимают фильтр-патроны из корпуса воздухоочистителя и продувают сжатым воздухом до полного удаления пыли. При этом струю воздуха следует направлять под углом к боковой поверхности фильтр-патрона и регулировать давление воздуха изменением расстояния от наконечника шланга до поверхности фильтр-патрона. В процессе обслуживания необходимо оберегать фильтр-патрон от механических повреждений и замасливания.

Если при продувке пыль удаляется неэффективно, что возможно при замасленных или закопченных фильтр-патронах, то их следует промыть в растворе моющих средств. Для этого растворяют какое-либо универсальное моющее средство в воде, нагретой до температуры 40...50° С, погружают фильтр-патроны в приготовленный раствор на 2 ч, после чего прополаскивают в растворе, промывают в теплой воде и просушивают на воздухе.

При сборке воздухоочистителя следует тщательно проверять состояние уплотнений. Поврежденные прокладки необходимо заменять. После сборки убеждаются в отсутствии неплотностей в местах соединений составных частей воздухоочистителя и всего впускного воздушного тракта, обратив особое внимание на состояние соединительных шлангов и надежность их креплений.

Для обнаружения мест подсоса воздуха в воздушном тракте применяют жидкостный индикатор КИ-4870

ГОСНИТИ. В корпусе 4 (рис. 61) индикатора имеется П-образный канал, заполненный водой. Канал с одной стороны закрыт пробкой 3, а с другой к нему присоединен резиновый шланг 2 со сменным наконечником 1 для поиска мест подсоса воздуха. Места подсоса воздуха выявляют при работе дизеля на максимальном скоростном режиме. Для этого вывинчивают пробку 3 настолько, чтобы через сверление в ней левый канал сообщался с атмосферой. Удерживая корпус в вертикальном положении и прижимая наконечник к местам возможного подсоса воздуха, наблюдают за уровнем воды в стеклянной трубке 5. Понижение уровня воды в трубке свидетельствует о негерметичности системы.

После устранения неисправностей герметичность проверяют повторно. По окончании проверки необходимо ввинтить пробку до отказа; это предохранит жидкость от выливания.

§ 18. Проверка работы турбокомпрессора

От технического состояния турбокомпрессора в значительной мере зависят мощность и топливная экономичность дизеля. Одна из частых причин ухудшения мощностных и топливных показателей — загрязнение проточных частей компрессора, влекущее за собой снижение частоты вращения ротора (давления наддува) и как следствие этого коэффициента наполнения цилиндров воздухом. Частота вращения ротора может быть занижена также по причине недостаточной смазки подшипников при чрезмерном загрязнении фильтра турбокомпрессора.

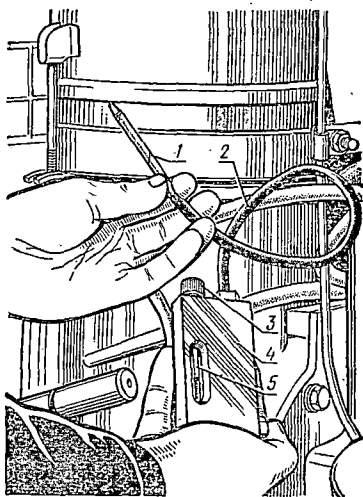


Рис. 61. Определение мест подсоса воздуха с помощью жидкостного индикатора КИ-4870 ГОСНИТИ:

1 — наконечник; 2 — резиновый шланг; 3 — пробка; 4 — корпус; 5 — стеклянная трубка.

Причиной снижения наддува может оказаться также чрезмерное засорение воздухоочистителя и неисправность топливной аппаратуры, что объясняется ухудшением процесса сгорания топлива. Кроме того, в этом случае вследствие догорания топлива на линии расширения и возрастания температуры отработавших газов повышается температура деталей турбокомпрессора, а следовательно, снижается его надежность.

Чтобы обеспечить длительную и бесперебойную работу турбокомпрессора, необходимо строго соблюдать правила эксплуатации и технического обслуживания дизеля. В первую очередь необходимо своевременно проводить обслуживание воздухоочистителя и топливной аппаратуры, выявлять и устранять неисправности, ухудшающие процесс горения топлива. Перед остановкой дизеля после длительной работы под нагрузкой необходимо в течение 3...5 мин поработать на холостом ходу (с целью охлаждения деталей турбокомпрессора смазочным маслом), в противном случае ротор может заклинить в подшипниках, покоробятся корпусные детали и выйдут из строя уплотнительные резиновые кольца.

Турбокомпрессор работает нормально, если после остановки дизеля прослушивается характерный звук высокого тона (свист).

Работу турбокомпрессора можно также проверить по выбегу ротора после остановки дизеля. Для этого после 3...5 мин работы дизеля вхолостую при минимальной устойчивой частоте вращения коленчатого вала устанавливают максимальный скоростной режим, после чего, выключив подачу топлива, с помощью автостетоскопа прослушивают шум ротора. Ровный, постепенно затухающий звук от вращения ротора, прослушиваемый не менее 5 с, свидетельствует о нормальной работе турбокомпрессора.

В случае неудовлетворительной работы турбокомпрессора и исправного состояния системы питания следует проверить легкость вращения ротора при неработающем дизеле. Для этого, открыв доступ к колесу компрессора, вращают рукой колесо сначала в одну сторону, а затем в другую, выбирая осевой зазор. Если ротор вращается туго, необходимо разобрать и промыть компрессорную часть. Если же ротор не вращается совсем или задевает за неподвижные детали, турбокомпрессор следует отправить на ремонтное предприятие.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные параметры состояния кривошипно-шатунного механизма и способы оценки состояния цилиндрично-поршневой группы.
2. Каковы назначение, принцип действия и устройство индикатора расхода газов КИ-4887-II ГОСНИТИ?
3. Расскажите о назначении и устройстве вакуум-анализатора КИ-5315 ГОСНИТИ.
4. Укажите порядок проведения технической экспертизы цилиндрично-поршневой группы.
5. Каковы назначение и устройство приспособления КИ-11140 ГОСНИТИ? Опишите порядок проверки суммарного зазора в верхней головке шатуна и шатунном подшипнике.
6. Как определяется работоспособность смазочной системы дизеля?
7. Как проверяют работу центробежного маслоочистителя?
8. Перечислите параметры, характеризующие состояние механизма газораспределения.
9. Как проверить неплотности клапанов газораспределения?
10. В чем состоит проверка герметичности системы охлаждения дизеля?
11. Какие последствия вызываются неисправностями системы очистки и подачи воздуха в цилиндры дизеля?
12. Охарактеризуйте назначение, принцип действия и устройство приспособления ОР-9928 ГОСНИТИ.
13. Укажите порядок обслуживания инерционно-масляного и бумажного воздухоочистителей.
14. Как проверить работу турбокомпрессора?

Глава IV

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И РЕГУЛИРОВКА ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ НА ДИЗЕЛЕ

§ 1. Параметры состояния топливной аппаратуры

Состояние топливной аппаратуры характеризуется следующими параметрами: давлением впрыска, качеством распыливания топлива, подачей подкачивающего насоса, пропускной способностью фильтров грубой и тонкой очистки топлива, износом перепускного клапана, плунжерных пар и нагнетательных клапанов, частотой вращения кулачкового вала, подачей топливного насоса, неравномерностью подачи, расходом топлива, углом опережения подачи, коэффициентами запаса цикловой подачи и снижения частоты вращения корректора, неравномерностью работы и степенью нечувствительности регулятора частоты вращения.

С увеличением наработки перечисленные параметры ухудшаются. Первоначальное состояние топливной аппаратуры восстанавливают, заменяя непригодные к дальнейшей эксплуатации составные части и проводя необходимые регулировки. Признаками неудовлетворительной работы топливной аппаратуры могут быть трудный пуск и неустойчивая работа дизеля, дымность отработавших газов, пониженная мощность и повышенный удельный расход топлива.

Наиболее часто дизель трудно пускается при наличии воздуха или воды в системе топливоподачи, неправильной установке момента начала подачи топлива и неудовлетворительном состоянии форсунок. Чтобы выявить причины трудного пуска, сначала проверяют, нет ли воздуха в системе топливоподачи (путем прокачки системы). Затем определяют, нет ли воды в топливе, вывернув спускную пробку топливного фильтра и спустив отстой в подготовленную емкость. Вода будет заметна на дне емкости. Если дизель снова не пускается, проверяют и при необходимости регулируют момент начала подачи топлива. После этого проверяют давление впрыска и качество распыливания топлива форсунками. Если топливная аппаратура исправна, а качество топлива удовлетворительное, то трудный пуск дизеля может быть результатом слабой компрессии, попадания воды в цилиндры из системы охлаждения, нарушения фаз газораспределения, неплотного прилегания клапанов к гнездам головки и др.

Неустойчивая работа дизеля наблюдается главным образом при попадании в цилиндры воды, наличии в топливе воздуха, закоксовывании или залегании иглы в корпусе распылителя, чрезмерном износе прецизионных пар топливного насоса, большой неравномерности подачи, значительном износе механизмов регулятора. Наблюдаются также случаи поломки пружин плунжеров, нагнетательных клапанов и форсунок, заедания рейки топливного насоса или муфты регулятора, зависания клапанов газораспределения.

Дымный выпуск, как правило, возникает при неполном сгорании топлива, которое может быть вызвано неудовлетворительной работой форсунок, слишком ранним или, наоборот, поздним впрыском топлива в цилиндры, чрезмерной подачей топлива, недостатком воздуха (в случае сильного засорения воздухоочистителя).

В процессе эксплуатации дизеля ухудшается техническое состояние регулятора частоты вращения коленчатого вала: снижается частота вращения, соответствующая началу действия регулятора, изменяется неравномерность работы и возрастает степень нечувствительности регулятора.

Начало действия регулятора соответствует такой частоте вращения кулачкового вала насоса, при которой регулятор начинает перемещать рейку. Этот момент обнаруживают по началу отхода (отрыва) подвижной составной части регулятора, соединенной с рейкой, от упора, ограничивающего максимальную подачу топлива.

Начало действия регулятора настраивают, изменяя величину предварительной затяжки пружин, действующих на его муфту. В результате износа сопряжений регулятора степень затяжки пружин уменьшается. Кроме того, теряется упругость пружин, так как появляются остаточные деформации. Одновременно с этим вследствие износа осей и втулок грузов и крестовины регулятора, а также лопаток увеличивается радиус вращения центра тяжести грузов, а следовательно, и величина центробежной силы грузов. По отмеченным причинам снижается частота вращения коленчатого вала и действие регулятора начинается при меньшем числе оборотов вала в минуту. Это влечет за собой уменьшение мощности дизеля и производительности машинно-тракторных

ГОСТ 18509—73, степенью *неравномерности* регулятора принято называть разницу между частотой вращения n_x при работе на холостой частоте вращения n_p , которая соответствует началу действия регулятора, отнесенную к средней частоте вращения $n_{ср}$.

$$\delta = \frac{200 (n_x - n_p)}{n_x + n_p} \quad (71)$$

Параметр δ является мерой точности регулирования частоты вращения. Чем меньше δ , тем точнее регулирование частоты вращения. На рисунке сплошной линией показана зависимость δ от частоты вращения n для различных технических состояний дизеля (рис. 62). На рисунке пунктирной линией показана зависимость δ от частоты вращения n для исправного дизеля.

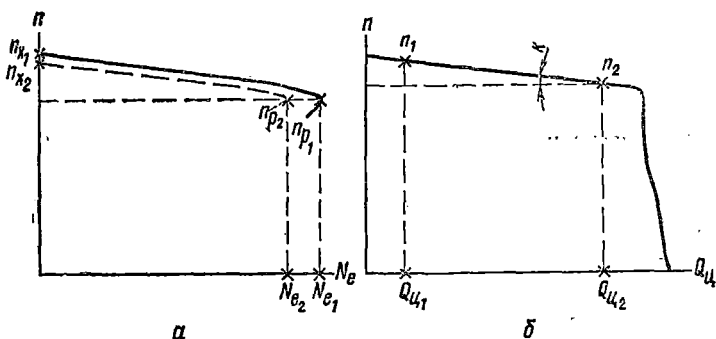


Рис. 62. Графики зависимости частоты вращения от эффективной мощности (а) и от цикловой подачи (б).

ей показана кривая $n=f(N_e)$ для исправного дизеля, а пунктирной — для неисправного. Из графика видно, что с ухудшением технического состояния дизеля частота вращения на холостом ходу n_x уменьшается, а частота вращения n_p , соответствующая началу действия регулятора остается неизменной. Последняя зависит только от центробежной силы грузов и усилия затяжки пружины регулятора, т. е. от параметров, которые при неизменном положении рейки топливного насоса остаются постоянными.

Таким образом, устанавливая один и тот же топливный насос на дизели различного технического состояния по формуле (71) будем получать неодинаковые значения δ . То же явление наблюдается и при изменении подачи топлива: чем больше подача, тем выше при прочих равных условиях значение δ .

Другой недостаток указанного параметра — невозможность правильного определения δ на бачке, так как в этом случае неизвестна частота вращения, соответствующая холостому ходу.

Автором книги предложен способ определения δ по разности частот вращения, измеренных на различных нагрузках, отнесенных к разности нагрузок, которые измерены при тех же нагрузках.

$$\delta_{\text{отн}} = \frac{n_1 - n_2}{G_{\text{ц}2} - G_{\text{ц}1}}$$

где n_1 , $G_{ц1}$ — соответственно частота вращения и цикловая подача, измеренные при пониженной нагрузке; n_2 , $G_{ц2}$ — частота вращения и цикловая подача, измеренные при повышенной нагрузке; H_p — действительная неравномерность работы регулятора; $H_{pн}$ — номинальная неравномерность работы регулятора.

Как видно из выражения (72), величина H_p равна приращению частоты вращения на единицу цикловой подачи.

На рисунке 62, б показана зависимость частоты вращения от цикловой подачи. В геометрической интерпретации параметр H_p характеризуется тангенсом угла наклона кривой $n=f(Q_{ц})$, или угловым коэффициентом K .

Слишком низкое значение H_p обуславливает неустойчивую работу дизеля (автоколебания), а слишком высокое — повышенный износ дизеля и потребителей энергии. Значение H_p зависит главным образом от жесткости пружины и износного состояния регулятора.

Параметр H_p можно измерять как непосредственно на дизеле, так и на безмоторном стенде. В отличие от δ параметр H_p не зависит от технического состояния дизеля, благодаря чему повышается точность и достоверность определения технического состояния регулятора частоты вращения.

Степенью нечувствительности ε (%) регулятора называется разница между частотами вращения коленчатого вала, при которых регулятор начинает перемещать рейку после увеличения или уменьшения подачи топлива, отнесенная к установившейся частоте вращения.

В случае установившейся нагрузки центробежная сила грузов уравновешена силой сжатия или растяжения пружины регулятора, а рейка находится в положении, обеспечивающем устойчивую работу дизеля. При этом зазоры в трущихся сопряжениях регулятора распределяются равномерно.

Если резко увеличить нагрузку, то частота вращения коленчатого вала начнет уменьшаться. Это будет происходить до тех пор, пока регулятор не переместит рейку в сторону увеличения подачи топлива на величину, необходимую для преодоления возросшей нагрузки. Однако, прежде чем начнется перемещение рейки, составные части регулятора переместятся на величину, пропорциональную суммарному зазору в данной кинематической цепи. По указанной причине частота вращения снизится на несколько большую величину по сравнению с часто-

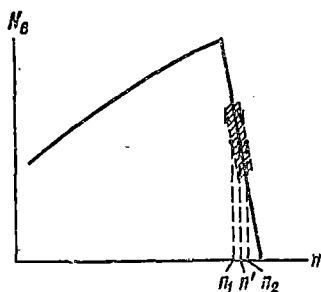


Рис. 63. Графическая интерпретация степени нечувствительности регулятора.

на за счет несколько большего увеличения частоты вращения по сравнению с той, которая требуется для восстановления равновесия между центробежной силой грузов и усилием пружины регулятора.

Другой причиной чрезмерного снижения или увеличения частоты вращения при соответствующем увеличении или снижении нагрузки является наличие сухого трения в трущихся сопряжениях регулятора.

Таким образом, при прерывистой загрузке двигателя частота вращения n_1 (рис. 63) коленчатого вала будет меньше частоты вращения n' , соответствующей установившемуся режиму работы, а при прерывистой разгрузке двигателя частота вращения n_2 будет больше n' . Иначе говоря, в определенном интервале регулятор не реагирует на изменение частоты вращения коленчатого вала. Этот интервал называется зоной нечувствительности (на рис. 63 она показана штриховыми линиями).

Степень нечувствительности ε (%) регулятора определяют по формуле:

$$\varepsilon = \frac{n_2 - n_1}{n'} 100, \quad (73)$$

где n_1 — частота вращения коленчатого вала, при которой регулятор начинает перемещать рейку (изменять подачу топлива) после увеличения нагрузки; n_2 — частота вращения коленчатого вала, при которой регулятор начинает действовать после уменьшения нагрузки; n' — установившаяся частота вращения коленчатого вала.

Установившуюся частоту вращения находят по формуле:

$$n' = \frac{n_1 + n_2}{2}. \quad (74)$$

С понижением скоростного режима ϵ возрастает. У тракторных и комбайновых дизелей степень нечувствительности регулятора не должна превышать 3%. При чрезмерном увеличении данного параметра ухудшается процесс автоматического регулирования, так как увеличивается интервал неустойчивой частоты вращения коленчатого вала дизеля.

Топливные насосы отечественных дизелей снабжены корректорами цикловой подачи топлива, позволяющими преодолевать кратковременные перегрузки за счет увеличения цикловой подачи (крутящего момента).

В настоящее время на многих тракторных и комбайновых дизелях установлены топливные насосы с корректорами подачи, регулируемые как по величине максимальной цикловой подачи, так и по соответствующей ей частоте вращения коленчатого вала.

Отношение максимальной цикловой подачи к цикловой подаче при максимальной мощности называется *коэффициентом $\mu_{\text{ц}}$ запаса цикловой подачи*.

Отношение частоты вращения коленчатого вала, соответствующей максимальной цикловой подаче, к частоте вращения при максимальной мощности называется *коэффициентом $\mu_{\text{п}}$ снижения частоты вращения*.

Отношение максимального крутящего момента к крутящему моменту при максимальной мощности называется *коэффициентом $\mu_{\text{кр}}$ запаса крутящего момента*.

При нормальном процессе сгорания топлива в цилиндрах между $\mu_{\text{ц}}$ и $\mu_{\text{кр}}$ имеется взаимосвязь. С другой стороны, $\mu_{\text{кр}}$ зависит от качества сгорания топлива: при ухудшении процесса сгорания значение $\mu_{\text{кр}}$ уменьшается.

Как уже отмечалось, на процесс сгорания топлива влияет множество факторов, основной из которых — техническое состояние системы питания. Следовательно, по значению $\mu_{\text{кр}}$ практически невозможно оценить состояние корректора. Для этого необходимо определить значения $\mu_{\text{ц}}$ и $\mu_{\text{п}}$.

О состоянии топливной аппаратуры можно судить по двум обобщенным параметрам, характеризующим эксплуатационные качества дизеля, — мощности и удельному расходу топлива.

§ 2. Диагностирование системы топливоподачи низкого давления

Проверка функционирования системы топливоподачи низкого давления. Систему топливоподачи низкого давления проверяют в случае снижения мощности дизеля при бездымном выхлопе. Для этого пускают дизель и при работе на максимальном скоростном режиме нагружают его до достижения номинальной частоты вращения коленчатого вала. При отсутствии нагрузочного устройства нагрузку имитируют дросселированием воздуха во впускной системе, сняв фильтр грубой очистки воздуха и плавно прикрывая впускную трубу воздухоочистителя заслонкой. Затем, вывинтив сливной вентиль (как при удалении воздуха из системы топливоподачи), наблюдают за струей вытекающего топлива.

Топливо должно вытекать под напором, а струя должна быть непрерывной и не содержать пузырьков воздуха. При слабом напоре и наличии воздуха в струе топлива проверяют состояние фильтра тонкой очистки топлива, перепускного клапана и подкачивающего насоса.

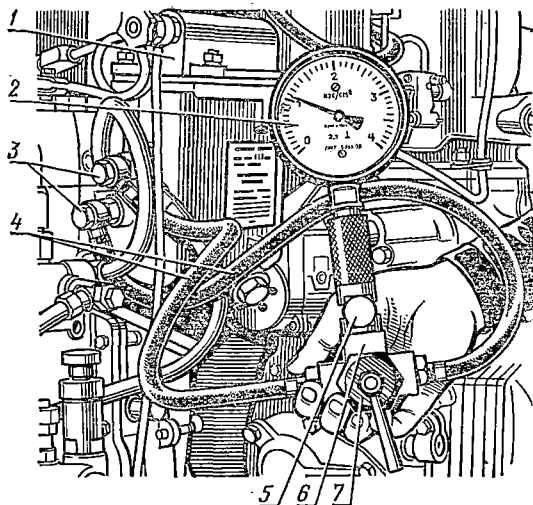


Рис. 64. Диагностирование с помощью устройства КИ-4801 ГОСНИТИ фильтра тонкой очистки топлива, перепускного клапана и подкачивающего насоса:

1 — фильтр тонкой очистки топлива; 2 — манометр; 3 — удлиненные штуцера; 4 — шланги; 5 — вентиль; 6 — корпус; 7 — трехходовой кран.

Диагностирование фильтра тонкой очистки топлива, перепускного клапана и подкачивающего насоса. Состояние фильтра тонкой очистки топлива, перепускного клапана и подкачивающего насоса проверяют при помощи устройства КИ-4801 ГОСНИТИ. Оно состоит из манометра 2 (рис. 64) со шкалой 0...0,4 МПа, корпуса 6 с рукояткой, трехходового крана 7, двух шлангов 4 с наконечниками и удлиненных штуцеров 3. В рукоятке имеется вентиль 5, предназначенный для удаления воздуха.

Один из наконечников устройства присоединяют к системе перед фильтром тонкой очистки топлива, а другой — после фильтра. Проверку ведут при максимальной подаче топлива. Для этого снимают с воздухоочистителя фильтр грубой очистки воздуха, пускают дизель и, постепенно прикрывая впускную трубу воздухоочистителя металлической пластиной при работе дизеля на максимальном скоростном режиме, добиваются снижения частоты вращения коленчатого вала на 6...8% по сравнению с частотой вращения на холостом ходу. В результате рейка насоса перемещается в положение, соответствующее примерно максимальной подаче топлива.

Переключая трехходовой кран, измеряют давление за фильтром и перед фильтром. О состоянии фильтрующих элементов судят по перепаду измеренного давления.

При давлении топлива за фильтром ниже 0,04 МПа (у дизеля ЯМЗ-238НБ — 0,08 МПа) проверяют состояние перепускного клапана, для чего останавливают дизель, ставят вместо рабочего клапана контрольный (новый) и, снова пустив дизель, устанавливают прежний режим работы. Если давление за фильтром превысит прежнее значение, клапан заменяют (у топливного насоса дизеля ЯМЗ-238НБ клапан регулируют). Если давление окажется прежним, то это свидетельствует о предельном загрязнении фильтрующих элементов и необходимости их замены.

Давление перед фильтром, развиваемое подкачивающим насосом поршневого типа, должно быть не ниже 0,08 МПа, в противном случае насос заменяют. У шестеренчатого насоса при давлении ниже 0,06 МПа регулируют перепускной клапан. Если такая регулировка не обеспечивает повышения давления, насос заменяют.

При помощи устройства КИ-4801 ГОСНИТИ можно также проверить правильность показаний топливного манометра.

§ 3. Проверка и регулировка форсунок на дизеле

Без снятия с дизеля форсунки диагностируют с помощью приспособления КИ-9917 ГОСНИТИ и автостетоскопа ТУ 11Бе0-003 при заявочном обслуживании, связанном с поиском неисправностей топливной аппаратуры.

Приспособление КИ-9917 представляет собой ручной насос высокого давления. Оно состоит из манометра 4 (рис. 65), подключенного к нагнетательной полости корпуса 2, плунжерной пары и нагнетательного клапана, находящихся внутри корпуса, привода плунжера, представляющего собой рычаг 1, один конец которого шарнирно закреплен на корпусе 2, и толкателя. К корпусу присоединены топливопровод высокого давления и резервуар 5 для топлива, а к резервуару — ручка 7. Внутри резервуара и ручки имеется поршневой механизм, состоящий из поршня 6 и пружины 8. Под действием этого механизма в резервуаре поддерживается избыточное давление, благодаря чему предотвращается попадание воздуха в систему топливоподдачи приспособления. К проверяемой форсунке приспособление подключают

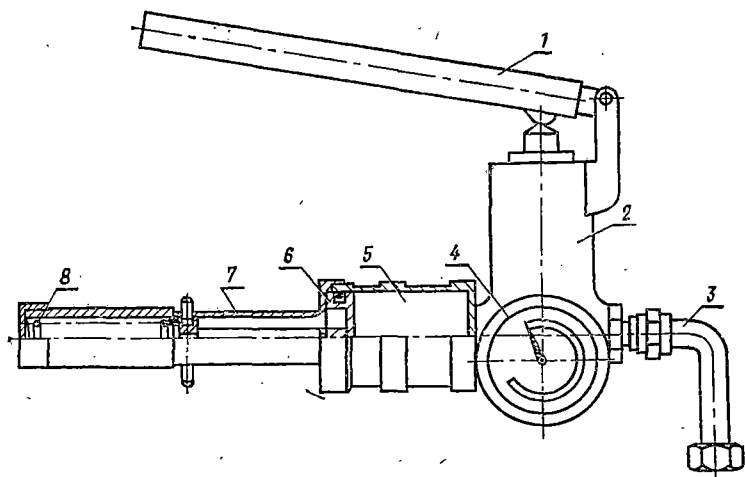


Рис. 65. Приспособление КИ-9917 ГОСНИТИ для проверки форсунок:

1 — рычаг; 2 — корпус; 3 — топливопровод высокого давления; 4 — манометр; 5 — резервуар для топлива; 6 — поршень; 7 — ручка; 8 — пружина.

с помощью накидной гайки топливопровода высокого давления. При нажатии на рычаг 1 плунжер нагнетает топливо через открывшийся нагнетательный клапан в топливопровод высокого давления. При освобождении рычага плунжер под действием пружины возвращается в исходное положение, а нагнетательный клапан закрывается. В этот момент надплунжерное пространство заполняется свежей порцией топлива.

Как только давление в топливопроводе немного превысит давление, соответствующее усилию затяжки пружины форсунки, начнется впрыск топлива. Давление начала подъема иглы распылителя определяют по максимальному отклонению стрелки манометра, делая 35...40 перемещений рычага в минуту.

При необходимости регулируют форсунку, не снимая с дизеля.

Затем проверяют качество распыливания топлива. Для этого, нагнетая топливо со скоростью 70...80 перемещений в минуту и приставив наконечник автотестоскопа к корпусу форсунки, прослушивают звук впрыска. Впрыск должен сопровождаться четким, хорошо прослушиваемым прерывистым звуком.

Если звук впрыска прослушивается слабо и не имеет ярко выраженного оттенка, характерного для исправного распылителя, форсунку следует снять, разобрать, очистить распылитель от отложений и, собрав форсунку, испытать ее на приборе КИ-562 ГОСНИТИ.

§ 4. Разборка, очистка и испытание форсунок

Форсунки испытывают на приборе КИ-562 ГОСНИТИ, как правило, при плановом техническом обслуживании — через каждые 480 ч у тракторов или по окончании сезона у комбайнов.

Прибор состоит из корпуса 6 (рис. 66), механизма привода плунжера с рычагом 7, присоединительного штуцера с маховичком 5, распределителя 4 с запорным ventилем 3, манометра 1, топливного бачка 2 и глушителя 8. Внутри корпуса находятся плунжерная пара и нагнетательный клапан топливного насоса. Топливо в испытываемую форсунку 9 и манометр нагнетается рычагом 7.

Запорный ventиль служит для отключения полости форсунки при проверке качества распыливания топлива.

Взамен прибора КИ-562 в ГОСНИТИ разработано более совершенное устройство КИ-15706, позволяющее отсасывать пары распыленного топлива и просматривать струю в прозрачном колпаке.

Как показали исследования, очистка и промывка распылителей перед испытанием форсунок в значительной мере повышает срок их безотказной работы.

Форсунки разбирают и очищают в такой последовательности. Снимают форсунки с дизеля, обмывают и устанавливают в приспособление для их разборки и сборки или в тиски. Отвинчивают на несколько оборотов нажимную гайку распылителя. Переворачивают форсунку нажимной гайкой вниз и отвинчивают гайку корпуса. Вынимают и разбирают распылитель.

Помещают корпус и иглу распылителя на некоторое время в ванночку с бензином. Затем удаляют нагар с рабочих поверхностей иглы и корпуса распылителя. Отверстие корпуса распылителя в месте расположения иглы прочищают сверлом или проволокой соответствующего диаметра. У форсунок с многорычатыми распыли-

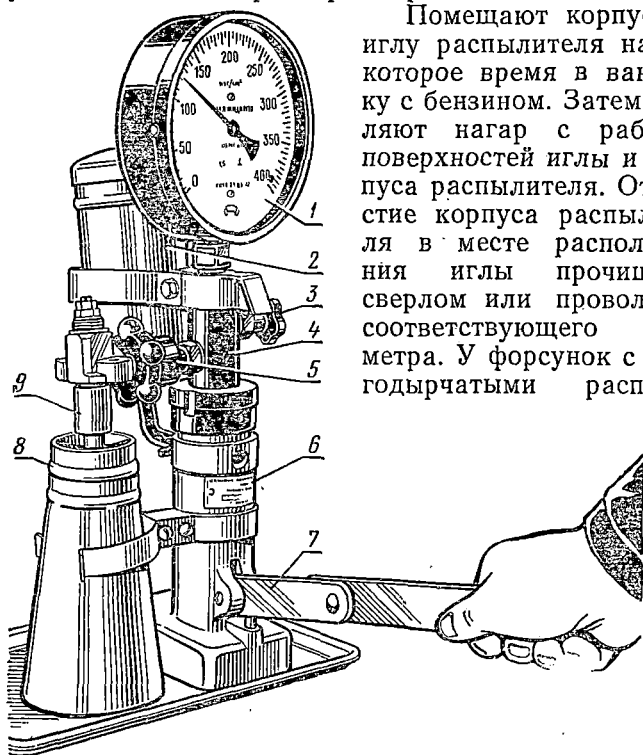


Рис. 66. Испытание форсунки с помощью прибора КИ-562 ГОСНИТИ: 1 — манометр; 2 — бачок; 3 — запорный вентиль; 4 — распределитель; 5 — маховичок; 6 — корпус прибора; 7 — рычаг; 8 — глушитель; 9 — форсунка.

телями прочищают таким же способом сопловые отверстия в корпусе распылителя.

Промывают детали распылителя сначала в бензине, а затем в дизельном топливе. При промывке перемещают иглу в корпусе распылителя, погруженном в топливо. Убеждаются в свободном движении иглы в корпусе. Зависание иглы не допускается. Слегка притирают запорную часть иглы к корпусу и вновь промывают их в дизельном топливе.

Очищают от нагара и промывают в дизельном топливе нажимную гайку. Устанавливают распылитель на место и закрепляют гайкой. Не вынимая форсунки из приспособления для разборки и сборки, отвинчивают колпак и ослабляют затяжку контргайки регулировочного винта.

Устанавливают форсунку на прибор, проверяют и, если необходимо, регулируют давление начала подъема иглы распылителя. Затем, отключив полость манометра, проверяют качество распыливания топлива. Распыливание должно быть туманообразным, без заметных на глаз капель и струй.

При неудовлетворительной работе форсунки распылитель заменяют.

§ 5. Диагностирование прецизионных пар топливного насоса

Состояние прецизионных пар проверяют с помощью устройства КИ-4802 ГОСНИТИ, включающего в себя манометр 1 (рис. 67) со шкалой 0...40 МПа, топливопровод 4 высокого давления, корпус 3 с рукояткой 5 и секундомер 2.

Внутри рукоятки помещен предохранительный клапан, служащий для предотвращения порчи манометра. Клапан прижимается к седлу пружиной, затяжку которой регулируют винтом, ввернутым в рукоятку. Клапан регулируют на давление начала открытия 30...32 МПа.

Сначала проверяют износ плунжерной пары по давлению, развиваемому ею при пусковой частоте вращения кулачкового вала. Для этого навинчивают накидную гайку топливопровода устройства КИ-4802 на штуцер высокого давления проверяемой секции, включают подачу топлива и, прокручивая коленчатый вал с помощью пускового устройства, наблюдают за положе-

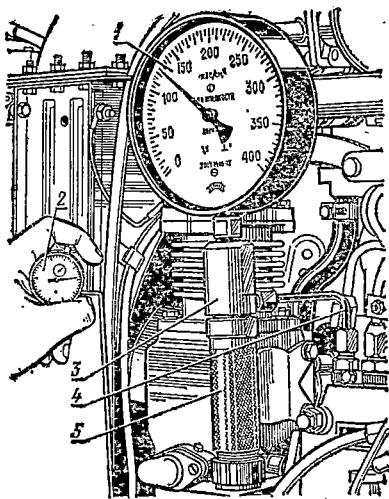


Рис. 67. Проверка герметичности нагнетательного клапана топливного насоса с помощью приспособления КИ-4802 ГОСНИТИ:

1 — манометр; 2 — секундомер; 3 — корпус приспособления; 4 — топливопровод высокого давления; 5 — рукоятка.

нием стрелки манометра. В момент начала колебания стрелки выключают подачу и, плавно включая ее, повышают давление до 30 МПа; если оно окажется менее 30 МПа, плунжерные пары заменяют.

Затем проверяют плотность прилегания нагнетательного клапана к седлу. Для этого прекращают прокручивать коленчатый вал, выключают подачу топлива и, наблюдая за перемещением стрелки манометра, измеряют время падения давления от 15 до 10 МПа. Если оно окажется менее 10 с, нагнетательный клапан заменяют.

§ 6. Проверка и регулировка момента начала подачи топлива

Момент начала подачи топлива плунжерной парой проверяют с помощью приспособления КИ-13902 ГОСНИТИ, в которое входят моментоскоп КИ-4941 с набором технологических пружин, указатель с четырьмя иглами или угломер КИ-13926 и набор шаблонов-угломеров.

Моментоскоп состоит из пластмассовой накидной гайки, навинчиваемой на штуцер проверяемой секции топливного насоса, и стеклянной трубки, соединенных между собой. Для проверки момента начала подачи топлива моментоскоп устанавливают на проверяемую секцию топливного насоса, навинтив (вручную) накидную гайку на штуцер секции. Момент начала подачи определяют по началу подъема уровня топлива в стеклянной трубке при медленном прокручивании коленчатого вала вручную.

Если плунжерная пара новая, то подача начинается в момент перекрытия плунжером впускного отверстия втулки. Если плунжерная пара имеет износ, то подача начинается позже, что обусловлено повышенными утечками части топлива через зазор между втулкой и плунжером, происходящими при медленном прокручивании коленчатого вала вручную. По этой причине практически невозможно установить оптимальный угол опережения подачи при проверке и регулировке насоса с изношенными плунжерными парами. В данном случае после регулировки момента начала подачи неизбежно получается чрезмерно ранний впрыск (при работе дизеля износ плунжерных пар практически не влияет на момент начала подачи, так как утечки топлива резко уменьшаются).

Указанный недостаток можно устранить, применив на время проверки момента начала подачи топлива технологическую пружину, жесткость которой в 8...10 раз меньше жесткости пружины нагнетательного клапана. При ее постановке на клапан вместо рабочей пружины топливо подается в момент перекрытия плунжером впускного отверстия втулки при любом износе плунжерной пары (вплоть до ее выбраковки). Это объясняется тем, что благодаря незначительной жесткости указанной пружины нагнетательный клапан начинает открываться в момент перекрытия надплунжерного пространства, не допуская утечек топлива через зазоры.

При отсутствии технологической пружины ее можно изготовить из пружинной проволоки в любой мастерской. Размеры технологической пружины должны соответствовать размерам пружины нагнетательного клапана, а диаметр проволоки — в 2 раза меньше.

Момент начала подачи топлива изношенными (бывшими в работе) плунжерными парами проверяют в следующем порядке.

Отсоединяют от штуцера первой секции (у дизеля ЯМЗ-240Б — от штуцера 12-й секции) топливного насоса топливопровод высокого давления. Затем вывинчивают штуцер из головки насоса, вынимают пружину нагнетательного клапана и устанавливают вместо нее технологическую пружину. Ввинчивают штуцер на место и устанавливают на него моментоскоп. Ослабляют затяжку накидных гаек топливопроводов на штуцерах остальных секций топливного насоса.

Закрепляют на неподвижной детали около цилиндрической поверхности шкива (табл. 5) указатель или кусочек проволоки*. Включают подачу и прокручивают коленчатый вал до заполнения стеклянной трубки мензурки топливом.

Таблица 5. Данные, необходимые при проверке момента подачи топлива

Марка дизеля	Способ определения в. м. т. поршня или положения коленчатого вала, соответствующего установочному углу опережения подачи топлива	Место измерения угла начала подачи топлива или соответствующей этому углу длины дуги
ЯМЗ-240Б	Риска против цифры «19» на корпусе гасителя крутильных колебаний; указатель	Гаситель крутильных колебаний
ЯМЗ-238НБ	Цифра на маховике, соответствующая цифре на торце муфты опережения впрыска топлива	Маховик
СМД-60, СМД-62, СМД-64 А-01М	Стержень указателя в. м. т.; углубление на маховике	То же
Д-108, Д-130, Д-160 А-41, СМД-14, СМД-14А СМД-17К, СМД-18К СМД-19, СМД-20 Д-54А	Установочная шпилька; углубление на маховике	Пакет пластин муфты привода топливного насоса Шкив привода генератора Шкив коленчатого вала
Д-240, Д-240Л, Д-240ЛГ, Д-50, Д-50Л, Д-50Г, Д-65Н, Д-48ПЛ, Д-48Л, Д-48М Д-37М, Д-37Е, Д-21, Д-21А1	То же » Метка «Т» на шкиве коленчатого вала; стрелка на крышке-шестерен распределения	Шкив привода вентилятора Шкив водяного насоса Шкив коленчатого вала

* На дизеле А-01М указатель закрепляют около цилиндрической поверхности пакета пластин муфты привода топливного насоса, на дизелях СМД-60 и СМД-62 — около цилиндрической поверхности маховика с правой стороны, открыв люк. На дизелях ЯМЗ-238НБ и ЯМЗ-240Б указатели установлены заводом-изготовителем.

Наблюдая за уровнем топлива в трубке моментоскопа, быстро прокручивают коленчатый вал по направлению вращения до момента подъема уровня топлива в трубке, который определяют ориентировочно.

Прокручивают коленчатый вал против направления вращения примерно на четверть оборота так, чтобы надплунжерное пространство проверяемой секции соединилось с впускным каналом. Затем медленно прокручивают вал по направлению вращения до начала подъема уровня топлива в трубке моментоскопа. Наносят на вращающейся детали против указателя риску. Затем устанавливают коленчатый вал в положение, соответствующее в. м. т. первого цилиндра или установочному углу опережения подачи. Наносят на вращающейся детали против указателя вторую риску и измеряют величину угла между рисками.

При использовании в качестве указателя угломера КИ-13926 ГОСНИТИ его закрепляют на шкиве коленчатого вала и в момент подачи топлива устанавливают в нулевое положение. Если момент начала подачи равен номинальному значению, то при положении коленчатого вала, соответствующему установочному углу опережения подачи, показание угломера будет равно нулю, а по отношению к в. м. т. поршня оно будет соответствовать номинальному углу опережения подачи. Если значение измеренного угла выходит за допускаемые пределы, производят регулировки угла следующими способами:

у дизелей ЯМЗ-240Б и ЯМЗ-238НБ — поворотом полумуфты привода топливного насоса (коленчатого вала) относительно муфты опережения впрыска топлива при отпущенных болтах крепления муфты к фланцу полумуфты;

у дизелей А-41, СМД-14, СМД-14А, СМД-17К, СМД-18, СМД-19, СМД-20, Д-240, Д-240Л, Д-240ЛГ, Д-50, Д-50Л, Д-50Г, ЮМЗ-6Л, Д-48ПЛ, Д-48Л, Д-48М, Д-37М, Д-37Е, Д-21, Д-21А1 — поворотом шлицевого фланца (кулачкового вала топливного насоса) относительно шестерни привода насоса при вывернутых болтах крепления фланца к шестерне;

у дизелей СМД-60, СМД-62, СМД-64 — изменением положения (поворотом) топливного насоса относительно шестерни привода;

у дизелей Д-108, Д-130, Д-160 — изменением зацепления шестерен привода насоса;

у дизеля А-01М — поворотом кулачковой шайбы муфты опережения впрыска относительно приводной муфты.

§ 7. Проверка неравномерности нагружения цилиндров

Чтобы выявить причину неравномерной работы цилиндров, проверяют параметры состояния соответствующих частей топливной аппаратуры: давление впрыска и качество распыливания топлива форсунками; неравномерность подачи топлива секциями насоса; разницу моментов начала подачи секциями; давление топлива в системе топливоподачи низкого давления.

Неравномерность нагружения цилиндров определяют в следующем порядке.

Пускают дизель, устанавливают максимальную частоту вращения коленчатого вала и выключают подачу топлива в первый цилиндр. Нагружают дизель до 100%-ной мощности и, зафиксировав частоту вращения коленчатого вала или ВОМ, включают подачу топлива в ранее выключенный цилиндр и снова определяют частоту вращения.

При выключении каждого из остальных цилиндров сначала устанавливают точно такую же частоту вращения, как и при отключении первого цилиндра, а затем, включив подачу в отключенный цилиндр, фиксируют частоту вращения при работе всех цилиндров.

По результатам измерений подсчитывают неравномерность $H_{н.ц}$ (%) нагружения цилиндров:

$$H_{н.ц} = 200 \frac{n_{\max} - n_{\min}}{n_{\max} + n_{\min}}, \quad (75)$$

где $n_{\max}$ и $n_{\min}$ — соответственно максимальная и минимальная частота вращения коленчатого вала или ВОМ, полученная при поочередном переключении цилиндров из нерабочего положения в рабочее.

Если неравномерность нагружения цилиндров превышает 15%, топливный насос отправляют в мастерскую для проверки и регулировки на стенде.

§ 8. Проверка и регулировка частоты вращения коленчатого вала

На тракторах частоту вращения коленчатого вала определяют по частоте вращения вала отбора мощности

(ВОМ), а на комбайнах — путем непосредственного измерения тахометром.

Частота вращения n коленчатого вала

$$n = i n_{\text{ВОМ}}, \quad (76)$$

где i — передаточное число от дизеля к ВОМ; $n_{\text{ВОМ}}$ — частота вращения ВОМ.

Если регулятор частоты вращения настроен правильно, то частота вращения коленчатого вала, соответствующая максимальной подаче топливного насоса (100%-ной нагрузке), должна иметь номинальное значение. В действительности эта частота редко совпадает с номинальной частотой вращения. Чтобы избежать слишком частых регулировок, в эксплуатации допускают отклонение фактической частоты вращения от номинального значения как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения на $\pm 2\%$.

Трудность определения частоты вращения коленчатого вала, соответствующей максимальной подаче, приводит к большим ошибкам при нахождении мощности и расхода топлива. Обычно эти параметры измеряют при номинальной частоте вращения коленчатого вала, которая может быть как при недогрузке, так и при перегрузке дизеля.

Частоту вращения определяют при работе дизеля на максимальном скоростном режиме и 100%-ной нагрузке, соответствующей моменту автоматического выключения регулятора частоты вращения (максимальному расходу топлива). Этого достигают с помощью тормозной установки или дросселированием воздуха на впуске. Дизель нагружают плавно и, измеряя тахометром частоту вращения, прислушиваются к работе дизеля. При резком уменьшении частоты вращения (определяют на слухи по показанию тахометра) немного снижают нагрузку — до момента резкого возрастания частоты вращения и фиксируют показание тахометра.

Если частота вращения выходит за пределы допускаемых значений, ее регулируют непосредственно на машине. На тракторах К-700, К-701, Т-150, Т-150К, комбайне СК-6, а также на тракторах «Беларусь», ЮМЗ-6Л, Т-40, Т-40А, Т-40М, Т-40АМ, оборудованных топливными насосами типа УТН, частоту вращения регулируют винтом максимальных оборотов, ввернутым в корпус регулятора. На тракторах Т-4А, ДТ-75М, ДТ-75, Т-74 ком-

байнах СК-5 и СКД-5, оборудованных насосами типа ТН с регуляторами типа РВ, частоту вращения регулируют изменением количества прокладок под головкой регулировочного болта, ограничивающего положение наружного рычага регулятора. На тракторах ЮМЗ-6Л, Т-40, Т-40А, Т-40М, Т-40АМ, Т-25, Т-25А1, самоходных шасси Т-16М, оборудованных насосами типа НД, частоту вращения регулируют винтом ограничения максимальных оборотов, ввернутым в наружный рычаг регулятора. На тракторах Т-130, Т-100М частоту вращения регулируют вращением болта максимальных оборотов при снятой защитной крышке.

Чтобы облегчить регулировку и снизить ее трудоемкость, рекомендуется, кроме частоты вращения, соответствующей 100%-ной нагрузке, измерить частоту вращения во время работы дизеля вхолостую. Затем, подсчитав величину, на которую нужно увеличить или уменьшить частоту вращения до номинального значения, последующую проверку ее (после каждой регулировки) ведут при работе дизеля вхолостую. Регулировку продолжают до тех пор, пока частота вращения не будет увеличена или уменьшена на требуемую величину.

Частота вращения коленчатого вала при работе дизеля вхолостую не нормируется, так как она зависит не только от настройки регулятора, но и от технического состояния дизеля.

§ 9. Диагностирование регулятора частоты вращения и корректора

При определении неравномерности работы регулятора сначала подключают к дизелю расходомер топлива. Пускают дизель и устанавливают максимальный скоростной режим. Измеряют частоту вращения коленчатого вала и расход топлива при работе дизеля вхолостую. Затем, имитируя нагрузку дроселированием воздуха на впуске или нагружая дизель до 80...90%-ной нагрузки, снова измеряют частоту вращения и расход топлива.

Подсчитывают цикловую подачу $G_{ц}$ при работе дизеля вхолостую и под нагрузкой по формуле:

$$G_{ц} = 2 \frac{G_{т}}{n}, \quad (77)$$

где $G_{т}$ — массовый расход топлива.

По формуле (72), номограмме или таблице определяют относительную неравномерность работы регулятора частоты вращения $\delta_{отн}$.

Если значение параметра $\delta_{отн}$ выходит за допускаемые пределы, регулятор подлежит ремонту.

Степень нечувствительности регулятора в условиях эксплуатации определяют в следующем порядке.

При максимальной частоте вращения коленчатого вала выключают подачу топлива в какой-либо цилиндр и после стабилизации режима работы дизеля измеряют установившуюся частоту вращения n' . Включив подачу, после стабилизации режима резко выключают ее и измеряют частоту вращения n_1 , при которой регулятор начинает изменять подачу топлива в сторону ее увеличения. Выключают подачу топлива в другой цилиндр, а после стабилизации режима резко включают ее и измеряют частоту вращения n_2 , при которой регулятор начинает изменять подачу в сторону ее уменьшения. Затем по формуле (73) подсчитывают степень нечувствительности регулятора ϵ .

Если значение ϵ превышает допускаемое, регулятор подлежит ремонту.

Коэффициенты запаса цикловой подачи и снижения частоты вращения определяют в таком порядке. Нагружают дизель до 100%-ной мощности, измеряют n_N и G_{TN} и по формуле (77) подсчитывают $G_{цN}$. Затем увеличивают нагрузку до получения максимального значения цикловой подачи

$$G_{цmax} = 2 \frac{G_{TN}}{n_N}, \quad (77a)$$

где G_{TN} и n_N — расход топлива и частота вращения при работе на корректоре, соответствующие $G_{цmax}$.

Коэффициент запаса цикловой подачи

$$\mu_{ц} = \frac{G_{цmax}}{G_{цN}}. \quad (78)$$

Коэффициент снижения частоты вращения

$$\mu_n = \frac{n_N}{n_n}. \quad (79)$$

Если хотя бы одна из полученных величин выходит за допускаемые пределы, топливный насос следует проверить и отрегулировать в мастерской на стенде.

Контрольные вопросы

1. Перечислите параметры, характеризующие техническое состояние топливной аппаратуры.
2. Как влияет начало действия регулятора частоты вращения на производительность машинно-тракторных агрегатов?
3. В чем заключается неравномерность работы регулятора частоты вращения? Как влияет данный параметр на работу дизеля?
4. Что называется степенью нечувствительности регулятора и как ее определяют?
5. Какова разница между коэффициентом запаса цикловой подачи и коэффициентом запаса крутящего момента?
6. Как определить состояние корректора подачи?
7. Расскажите о порядке диагностирования фильтра тонкой очистки топлива, перепускного клапана и подкачивающего насоса с помощью устройства КИ-4801 ГОСНИТИ.
8. Каковы назначение, устройство и принцип действия приспособления КИ-9917 ГОСНИТИ?
9. Как проверяют состояние прецизионных пар топливного насоса с помощью устройства КИ-4802 ГОСНИТИ?
10. Как повысить точность определения момента начала подачи топлива с помощью моментоскопа, если диагностируемая плунжерная пара изношена?
11. Расскажите о порядке проверки момента начала подачи топлива с помощью моментоскопа КИ-4941.
12. Как регулируют момент начала подачи топлива на тракторных и комбайновых дизелях?
13. Как проверить неравномерность нагружения цилиндров?
14. Изложите порядок проверки и регулировки частоты вращения коленчатого вала.
15. Как оценить состояние регулятора частоты вращения?

Глава V

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТНЫХ И ТОПЛИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ

§ 1. Факторы, влияющие на мощность и топливную экономичность

Мощность и топливная экономичность — основные показатели, характеризующие эксплуатационные качества дизеля. От их значений зависят производительность и экономичность машинно-тракторных агрегатов.

Мощностью называется отношение количества работы к периоду времени, в течение которого она совершена. Иными словами, мощность измеряется работой, совершенной в единицу времени. Мощность двигателей

внутреннего сгорания в системе СИ измеряют в киловаттах (кВт) *.

У двигателей внутреннего сгорания различают индикаторную и эффективную мощность.

Индикаторной мощностью N_i называют работу газов, совершаемую в цилиндрах двигателя в единицу времени. При полной загрузке двигателя наибольшая часть индикаторной мощности расходуется на полезную работу, совершаемую двигателем с помощью коленчатого вала. Остальная часть (20...30%) затрачивается на преодоление трения в подвижных сопряжениях двигателя и привод его вспомогательных механизмов. Эту часть мощности называют *мощностью механических потерь* N_m . Разница между индикаторной мощностью N_i и мощностью механических потерь N_m представляет собой мощность, затрачиваемую на полезную работу, и называется *эффективной мощностью*:

$$N_e = N_i - N_m. \quad (80)$$

Мощность зависит от количества топлива, подаваемого в цилиндры, и полноты его сгорания. С уменьшением подачи топлива и ухудшением процесса сгорания она уменьшается.

Недостаток топлива может быть вызван чрезмерным износом подкачивающего насоса, загрязнением фильтрующих элементов тонкой очистки топлива, износом перепускного клапана, неудовлетворительным состоянием топливного насоса и регулятора (чрезмерным износом и неправильной регулировкой), закоксовыванием или чрезмерным износом распылителей.

Процесс сгорания топлива ухудшается главным образом вследствие плохого качества распыливания топлива форсунками, неправильной установки насоса на дизель, нарушения характеристики впрыска топлива при значительном износе прецизионных пар топливного насоса, слишком большой неравномерности подачи топлива в цилиндры, износа деталей механизма газораспределения, нарушения герметичности камер сгорания, сильного загрязнения воздухоочистителя и других причин.

На мощность дизеля влияют техническое состояние топливного насоса, форсунок, механизма газораспреде-

* Ранее мощность измерялась в лошадиных силах (л.с.):
1 л.с. = 0,7355 кВт.



Рис. 68. Факторы, влияющие на мощность дизеля.

ления, загрязненность воздухоочистителя, герметичность камер сгорания и другие факторы (рис. 68).

Снижение мощности может происходить как при бездымной работе дизеля, так и при работе с дымлением. В первом случае это объясняется недостатком топлива и снижением частоты вращения коленчатого вала, а во втором — неисправностями, обусловленными неполнотой сгорания топлива.

При исправном дизеле снижение N_e , как правило, происходит пропорционально уменьшению подачи топлива. В случае возникновения неисправностей и ухудшения процесса сгорания, например при неудовлетворительной работе форсунок, мощность может снизиться при неизменной подаче. Отсюда следует, что массовый расход топлива не позволяет оценивать топливную экономичность двигателя.

Топливную экономичность двигателя оценивают по параметру, называемому *удельным расходом топлива*, обозначающему массовый расход, приходящийся на единицу работы. В системе СИ удельный расход топлива выражают в микрограммах на джоуль (мкг/Дж).

Изменение мощности дизеля, как правило, вызывает соответствующее изменение топливной экономичности. Если максимальная мощность меняется вследствие увеличения или уменьшения цикловой подачи, то по этой причине экономичность будет соответственно возрастать или снижаться, что объясняется увеличением или уменьшением доли тепла, затрачиваемого на полезную работу, по сравнению с теплом, расходуемым на преодоление сил трения и работу вспомогательных механизмов. По указанной причине при понижении нагрузки экономичность резко снижается (приблизительно по закону гиперболы). С другой стороны, изменение цикловой подачи влечет за собой соответствующее изменение коэффициента избытка воздуха. При увеличении цикловой подачи коэффициент избытка воздуха уменьшается, вследствие чего экономичность дизеля снижается, а при уменьшении подачи ввиду увеличения коэффициента избытка воздуха экономичность улучшается. Следовательно, указанные факторы в определенных пределах изменения как бы компенсируют друг друга.

Отсюда следует, что в случае работы исправного дизеля в режиме полной нагрузки изменение цикловой подачи в некоторых пределах не оказывает существенного влияния на топливную экономичность.

С уменьшением частоты вращения коленчатого вала мощность дизеля уменьшается, а экономичность, наоборот, возрастает. Это объясняется соответствующим уменьшением мощности механических потерь, которая находится в прямой зависимости от частоты вращения коленчатого вала.

На экономичность дизеля значительное влияние оказывает процесс сгорания топлива в цилиндрах. При ухудшении этого процесса вследствие неисправностей часть несгоревшего топлива в виде дыма уходит с отработавшими газами в атмосферу. В результате экономичность резко снижается.

Фактическая мощность работающего дизеля зависит от нагрузки, приложенной к коленчатому валу. При работе дизеля вхолостую эффективная мощность равна нулю. С повышением нагрузки (цикловой подачи) при неизменном скоростном режиме мощность возрастает до того момента, пока рейка топливного насоса не окажется в положении, соответствующем максимальной подаче топлива.

Если при работе дизеля на максимальном скоростном режиме (наружный рычаг регулятора установлен в положение максимальных оборотов) частота вращения коленчатого вала и массовый расход топлива при 100%-ной мощности равны расчетным значениям, то такой режим называют номинальным скоростным режимом, а нагрузочный режим, соответствующий 100%-ной нагрузке, — номинальным нагрузочным режимом.

Номинальные режимы наиболее удобны для выявления неисправностей в работе дизеля. Однако вследствие неточностей, допускаемых при настройке регулятора и регулировке топливного насоса после их изготовления или ремонта, частота вращения коленчатого вала и массовый расход топлива, измеренные при максимальной мощности, так же как и сама мощность, зачастую не соответствуют номинальным (расчетным) значениям. Поэтому скоростной и нагрузочный режимы, характеризующиеся наибольшими значениями n , G_T и N_e , в общем случае называют максимальными режимами работы дизеля. Все остальные режимы называют частичными (пониженными).

§ 2. Определение мощностных показателей методом Н. С. Ждановского

При использовании данного метода (раздел второй, гл. II, § 8) необходимо иметь тахометр, а также выключатели подачи топлива, которые устанавливают на топливный насос между насосными секциями и топливопроводами высокого давления. Если нет выключателей

подачи, цилиндры выключают ослаблением затяжки накидных гаек топливопроводов высокого давления.

Испытания ведут в следующем порядке.

Пускают и прогревают дизель. Установив максимальный скоростной режим, измеряют частоту вращения коленчатого вала при работе на каждом цилиндре в отдельности.

Измерив частоту вращения ВОМ, частоту вращения коленчатого вала подсчитывают по формуле (76) или определяют по номограмме. Затем подсчитывают среднюю частоту вращения коленчатого вала при работе на отдельных цилиндрах:

$$n'_{\text{ср}} = \frac{n_1 + n_2 + n_3 + n_4}{4}, \quad (81)$$

где n_1, n_2, n_3, n_4 — частота вращения коленчатого вала при работе дизеля на соответствующем цилиндре.

Эффективная мощность дизеля

$$N_e = N_{e_n} - K (n'_n - n'_{\text{ср}}), \quad (82)$$

где N_{e_n} — номинальная мощность дизеля; n'_n — номинальная частота вращения коленчатого вала при работе на одном цилиндре; K — коэффициент пропорциональности.

Значения N_{e_n}, n'_n, K берут из таблиц.

При испытании дизелей с газотурбинным наддувом (ГТН) полученное значение мощности умножают на поправочный коэффициент K_x , зависящий от давления наддува и расхода топлива.

Полученное значение мощности приводят к стандартным условиям в соответствии с ГОСТ 18509—73.

Уменьшение мощности по сравнению с номинальным значением допускается на 5%, а — увеличение на 7%.

При недостатке мощности в первую очередь проверяют и, если необходимо, регулируют зазоры клапанов газораспределения, форсунки и угол опережения подачи топлива; очищают и промывают воздухоочиститель; контролируют состояние фильтра и при необходимости заменяют фильтрующие элементы тонкой очистки топлива. После этого снова определяют мощностные показатели и в случае необходимости проверяют и регулируют подачу топлива.

3. Определение мощности дизеля с помощью прибора ИМД-2М

Прибор состоит из следующих основных составных частей: индукционного первичного преобразователя, формирующего устройства, генератора временных импульсов, блока вычисления и управления, аналогового преобразователя, тумблера режима работы, стрелочного индикатора мощности и частоты вращения коленчатого вала и блока питания.

Все составные части, кроме первичного преобразователя, расположены в общем корпусе, на передней панели которого размещены стрелочный указатель мощности и частоты вращения, а также все органы управления прибором. Первичный преобразователь на время испытания дизеля закрепляют в просверливаемом для этой цели отверстии кожуха маховика против зубчатого венца на расстоянии 2...4 мм от торцевой поверхности головок зубьев. При отсутствии на кожухе такого отверстия необходимо просверлить отверстие против зубчатого венца и нарезать резьбу М16×1,5. Мощность дизеля измеряют в следующем порядке.

Пускают и прогревают дизель до температуры картерного масла 75...85°С и охлаждающей воды 85...95°С. Устанавливают трактор на ровную горизонтальную площадку. Присоединяют к измерителю мощности сетевой шнур (при питании от сети напряжением 220 В) или аккумуляторный провод (при питании от аккумуляторной батареи напряжением 12 В) и кабель первичного преобразователя.

Устанавливают рукоятку переключателя марок дизелей в позицию, соответствующую марке испытуемого дизеля, ручку тумблера «сеть» в нижнюю (выключенную) позицию, ручку тумблера «обороты—мощность» — в положение «обороты». Включают прибор в сеть или подключают к аккумуляторной батарее.

Включают питание, переводя ручку тумблера «сеть» в верхнюю позицию, и прогревают прибор в течение 2...3 мин. Устанавливают среднюю частоту вращения коленчатого вала и, нажав на кнопку «сброс», осторожно ввинчивают первичный преобразователь в резьбовое отверстие кожуха маховика. После того как вспыхнет сигнальная лампочка, первичный преобразователь не-

обходимо ввинтить еще на пол-оборота и зафиксировать в этом положении контргайкой.

Устанавливают минимальную устойчивую частоту вращения коленчатого вала. Переключают ручку тумблера «обороты — мощность» в позицию «мощность» и нажимают на кнопку «сброс». Затем, нажав на кнопку «калибровка», поворотом рукоятки потенциометра «калибровка» устанавливают калибровочное значение мощности, указанное в паспорте прибора.

Нажав кнопку «сброс», резко переводят рычаг управления дизелем в позицию, соответствующую максимальной частоте вращения коленчатого вала. При этом стрелка индикатора отклонится на величину, равную эффективной мощности дизеля.

При испытании дизелей с ГТН полученное значение мощности умножают на поправочный коэффициент K_x , зависящий от давления наддува (раздел второй, гл. II, § 8).

§ 4. Определение мощности с помощью прибора ИМД-Ц

Прибор ИМД-Ц (индикатор мощности двигателя цифровой) разработан взамен ИМД-2М, по сравнению с которым обладает рядом преимуществ: выполнен на интегральных микросхемах (ИМД-2М — на транзисторах), информативнее, более универсален, примерно в три раза меньше по габаритам и в четыре — по массе.

Структурная схема блока измерения мощности показана на рисунке 69.

Измеряемая величина с первичного преобразователя подается на вход преобразователя измеряемых величин в напряжение, которое, в свою очередь, подается на преобразователь напряжения в интервал времени. При этом счетчик открывается нулевым потенциалом, поступающим с выхода преобразователя напряжения в интервал времени, и остается открытым в течение времени, пропорционального измеряемой величине. В тот момент, когда счетчик открыт, на его вход непрерывно поступают импульсы постоянной частоты, вырабатываемые генератором импульсов. Количество импульсов, прошедших на счетчик, представляет собой закодированный результат измерения, который после дешифровки высвечивается на цифровом табло.

Общий вид прибора ИМД-Ц показан на рисунке 70.

Мощность дизеля измеряют следующим образом.

Подготавливают устройство к работе: подключают к разъему «вход» первичный преобразователь; поворотом ручки «вкл.» по часовой стрелке включают питание. При отсутствии или неисправности внутреннего питания (батарей 3336Л) подключают внешнее питание — от аккумуляторной батареи трактора.

Калибруют прибор по частоте вращения: нажав на клавишу калибровки n , поворотом ручки соответствующего потенциометра устанавливают по цифровому табло калибровочное значение частоты вращения для дизеля данной марки; повторным нажатием на клавишу n переводят ее в исходное положение.

Калибруют прибор по мощности: нажав на клавишу уровня фиксации nN , устанавливают вращением ручки соответствующего потенциометра по цифровому табло калибровочное значение уровня фиксации частоты вращения коленчатого вала, приведенное в паспорте прибора; повторным нажатием на клавишу nN переводят ее в исходную позицию; нажав на клавишу калибровки ускорения N , вращением ручки соответствующего потенциометра устанавливают калибровочное значение мощности для дизеля данной марки; повторным нажатием на клавишу N переводят ее в исходную позицию.

Пускают дизель и устанавливают среднюю частоту вращения коленчатого вала.

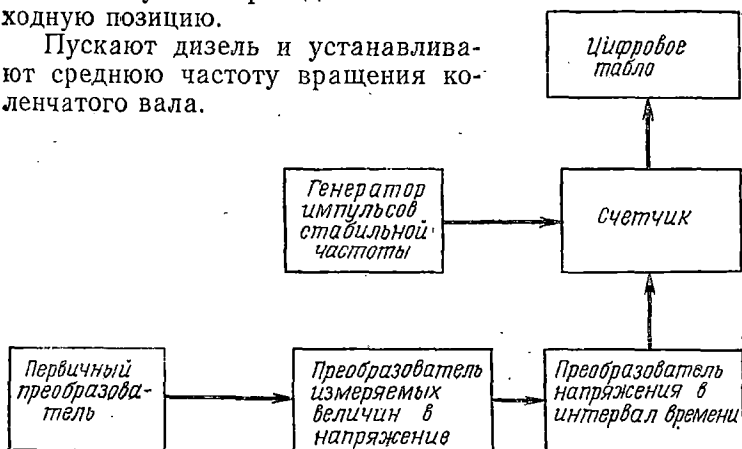


Рис. 69. Структурная схема блока измерения мощности прибора ИМД-Ц.

При испытании дизелей с ГТН полученное значение мощности умножают на поправочный коэффициент, зависящий от давления наддува.

§ 5. Определение мощности и оценка экономичности дизеля по расходу топлива

Оценивают экономичность дизеля по расходу топлива на холостом ходу. Для этого подключают к дизелю расходомер топлива КИ-8955 или КИ-8940 (см. раздел первый, гл. IV, § 12). В случае испытания дизеля с ГТН подключают к системе воздухоподачи устройство для измерения давления наддува.

Пускают и прогревают дизель. Затем измеряют расход топлива при работе дизеля вхолостую на максимальном скоростном режиме. При испытании дизеля с ГТН измеряют давление наддува.

По формуле (41) или соответствующей номограмме определяют расчетное значение удельного расхода g'_e для дизеля с ГТН.

Из номограммы, приведенной на рисунке 71 (разработана Г. М. Ахмедовым), находят значение поправочного коэффициента K_x при $G_{TN} = G_{TH}$.

По формуле (42) подсчитывают удельный расход топлива с учетом поправки на давление наддува.

Если расход топлива на холостом ходу (у дизелей со свободным впуском) или удельный расход топлива (у дизелей с ГТН) превышает допустимое значение, необходимо выявить и устранить неисправности. Если указанные параметры находятся в допустимых пределах, определяют мощность дизеля и удельный расход топлива.

При определении мощности по эффективному расходу топлива нагружают дизель с помощью нагрузочного устройства до максимальной подачи топлива (начала действия регулятора частоты вращения), а при его отсутствии нагрузку имитируют дросселированием воздуха во впускной воздушной системе с помощью дроссельной заслонки, устанавливаемой на впускной трубе воздухоочистителя.

Если имеется возможность частичной загрузки дизеля, например с помощью гидросистемы навесного устройства трактора или маломощного нагрузочного

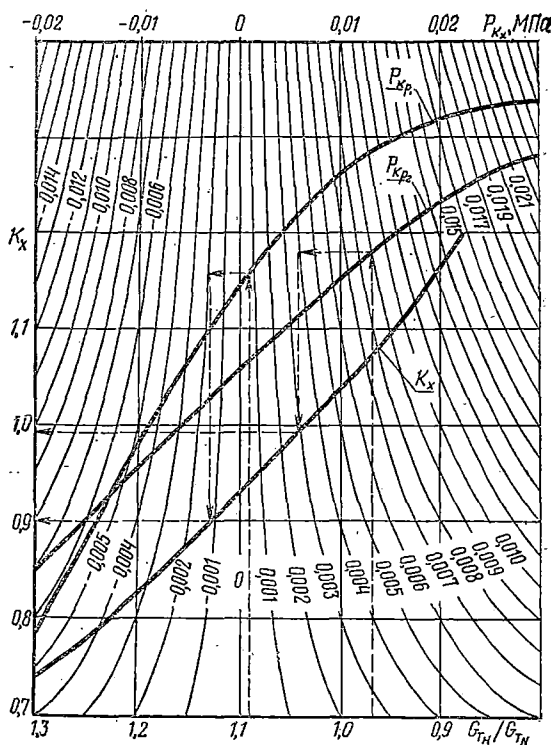


Рис. 71. Номограмма для нахождения поправочного коэффициента $K_x = f(p_{Kx}/p_{Kp})$ (здесь p_{Kx} — давление наддува, измеренное на холостом ходу; $p_{Kp} = f(G_{TN}/G_{Tx})$ расчетное значение давления наддува).

устройства, то G_{TN} можно получить при меньшей степени дросселирования воздуха. В этом случае дизель работает устойчивее, чем при использовании только дросселирующего приспособления.

Измерив расход топлива при работе дизеля вхолостую и приведя полученные значения G_{TN} и G_{Tx} к стандартным условиям (ГОСТ 1859—73), подсчитывают разность расходов $\Delta G_{TN} = G_{TN} - G_{Tx}$ и по таблице или номограмме находят искомую мощность.

Тормозную мощность работающих цилиндров измеряют, нагрузив дизель до достижения прежней частоты вращения вала электромашины.

Определяют массовый расход топлива, соответствующий 100%-ной мощности дизеля. Для этого при работе дизеля на всех цилиндрах нагружают его до достижения ранее измеренной тормозной мощности. После этого, догрузив дизель до прежнего значения частоты вращения вала тормоза путем дросселирования воздуха на впуске (частичным перекрытием впускной трубы воздухоочистителя), измеряют расход топлива.

По одной из приведенных выше формул подсчитывают эффективную мощность дизеля.

Удельный расход топлива, как и при бестормозных испытаниях, подсчитывают по формуле (40) или определяют по номограмме.

Если мощность и массовый расход топлива окажутся ниже или выше допускаемых значений, необходимо соответственно увеличить или уменьшить подачу топлива, а если удельный расход топлива превысит допускаемое значение, следует обнаружить и устранить неисправности.

§ 7. Испытание колесных тракторов на стенде КИ-8927 ГОСНИТИ (КИ-8948 ГОСНИТИ)*

Устанавливают трактор на стенд. Подключают к дизелю топливомер КИ-8940 или КИ-8955 ГОСНИТИ. При испытании дизелей тракторов Т-150К и «Беларусь» догружают задний мост соответственно усилием 15 и 5 кН. Пускают стенд, включают передачу трактора и прогревают дизель до нормального теплового состояния.

Измеряют силу тяги, развиваемую трактором, и расход топлива. Для этого включают передачу, соответствующую требуемому режиму проверки силы тяги, и устанавливают максимальный скоростной режим.

Нагружают дизель с помощью реостата стенда до достижения максимального расхода топлива. По шкале динамометра отсчитывают силу тяги, а по показанию топливомера — расход топлива.

Если полученные данные выходят за допускаемые пределы, выявляют и устраняют неисправности.

* См. раздел третий, гл. I, § 5.

Контрольные вопросы

1. Что такое мощность? Какова разница между индикаторной и эффективной мощностью дизеля?
2. По какому параметру оценивают топливную экономичность дизеля и от каких факторов она зависит?
3. Расскажите о порядке определения мощности дизеля методом проф. Н. С. Ждановского.
4. Как определяют мощность с помощью прибора ИМД-Ц?
5. Как определить мощность и оценить топливную экономичность по результатам измерения расхода топлива на холостом ходу и при максимальной подаче?
6. Укажите порядок испытания дизелей с помощью установки КИ-4935 ГОСНИТИ.
7. Какие параметры определяют при испытании дизеля на стенде КИ-8927 ГОСНИТИ (КИ-8948 ГОСНИТИ)?

Глава VI

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ПУСКОВОГО ДВИГАТЕЛЯ И РЕДУКТОРА

§ 1. Параметры состояния пускового двигателя и редуктора

Пусковой двигатель и редуктор очень часто изнашиваются преждевременно вследствие неисправностей дизеля, время пуска которого в несколько раз превышает время пуска дизеля, находящегося в исправном состоянии. При этом больше изнашиваются детали кривошипно-шатунного механизма и муфты сцепления. В результате снижаются мощность и топливная экономичность пускового двигателя, а также затрудняется его пуск по причине низкой компрессии и появляются стуки в подшипниках коленчатого вала. Внешний признак чрезмерного износа кривошипно-шатунного механизма — перегрузка пускового двигателя при прокрутке дизеля, сопровождаемая резким снижением частоты вращения коленчатого вала.

Техническое состояние пускового двигателя характеризуется такими параметрами, как состояние электродов свечи зажигания и зазор между ними, зазор между контактами прерывателя, степень намагниченности ротора магнето, угол опережения зажигания, состояние регулятора частоты вращения и карбюратора. При нарушении регулировок систем зажигания и питания пусковой двигатель не развивает полной мощности и ра-

ботает с перебоями. Например, в случае замасливания электродов свечи или наличия на них нагара, а также при чрезмерно малом или большом зазоре между ними искра становится слабой, возникают перебои в работе двигателя и не полностью сгорает топливо. Те же явления наблюдаются при чрезмерно малом или, наоборот, большом зазоре между контактами прерывателя или размагничивании ротора магнето. При раннем или позднем зажигании пусковой двигатель трудно пускается, имеет заниженное значение мощности, быстро перегревается.

Мощность и топливная экономичность пускового двигателя, оборудованного воздухоочистителем, зависят от степени его загрязненности. Сильное загрязнение воздухоочистителя приводит к обогащению рабочей смеси, сопровождаемому неполным сгоранием топлива, а следовательно, снижению мощностных и экономических показателей.

Основные параметры технического состояния редуктора — степень изношенности и правильность регулировок муфты сцепления и механизма выключения пускового двигателя. При чрезмерном износе дисков и разрегулировке муфты она пробуксовывает. Внешним признаком пробуксовывания муфты сцепления является замедленная прокрутка коленчатого вала дизеля.

При преждевременном отключении пускового двигателя затрудняется пуск дизеля, а позднее отключение может повлечь за собой преждевременный выход из строя пускового двигателя. В обоих случаях необходима регулировка механизма выключения или замена неисправных деталей.

Чтобы обеспечить длительную и бесперебойную работу пускового двигателя, необходимо своевременно и качественно проводить техническое обслуживание систем питания и зажигания, а также механизма газораспределения и смазочной системы (у пусковых двигателей П-23, П-23М).

Обслуживание редуктора заключается в своевременном доливе масла в корпус, промывке корпуса, смазывании трущихся сопряжений, проверке и регулировке муфты сцепления и механизма выключения пускового двигателя.

§ 2. Обслуживание системы питания

Чтобы обеспечить бесперебойную работу карбюратора, необходимо периодически прочищать отверстие крышки топливного бака проволокой, снимать и промывать отстойник, снимать топливный бак и промывать его бензином (путем взбалтывания).

Карбюратор промывают в следующем порядке.

Вывертывают из корпуса карбюратора штуцер подвода топлива и очищают от грязи встречным потоком бензина или керосина. При сильном загрязнении извлекают из штуцера сетку и продувают сжатым воздухом. У поплавковых карбюраторов снимают крышку поплавковой камеры, вынимают поплавок и вывертывают пробку сливного отверстия. Затем промывают детали карбюратора в бензине.

Если пусковой двигатель под нагрузкой работает с перебоями, вывертывают винт холостого хода и винт колодца жиклера-распылителя. Промывают в бензине и продувают сжатым воздухом каналы холостого хода и отверстия главного жиклера. Запрещается чистить калиброванные отверстия жиклеров металлической проволокой.

У беспоплавкового карбюратора, предварительно очистив его от грязи, снимают крышку диафрагменного механизма, затем прокладку и диафрагму; прополаскивают все детали и корпус в бензине.

Собирают карбюратор в последовательности, обратной разборке.

При техническом обслуживании воздухоочистителя выполняют следующие работы.

У двигателей П-23, П-23М, П-350, П-10УД вынимают фильтрующие элементы, прополаскивают в керосине и продувают сжатым воздухом. У двигателей П-23 и П-23М, кроме того, сливают из чашки (поддона) загрязненное масло, промывают чашку и заполняют ее отработанным, профильтрованным дизельным маслом до уровня верхней кромки нижнего кольца. У пускового двигателя ПД-8 снимают воздухоочиститель и промывают фильтрующие элементы в керосине.

Собирают воздухоочиститель и проверяют герметичность соединений.

§ 3. Обслуживание смазочной системы и механизма газораспределения *

Перед пуском двигателя следует проверить уровень масла и при необходимости долить в картер автотракторное масло до верхней метки на масломерной линейке.

Масло в картере следует заменять при прогревом двигателя. Для слива отработанного масла вывертывают две сливные пробки. Перед заправкой свежим маслом картер промывают смесью из автотракторного масла и дизельного топлива в равных количествах при минимальной устойчивой частоте вращения коленчатого вала в течение 3 мин. Одновременно с этим промывают набивку сапуна и смачивают ее автотракторным маслом.

Обслуживание механизма газораспределения заключается в периодической проверке и регулировке зазоров клапанов. Делают это так.

Снимают крышку люка корпуса муфты сцепления и крышку клапанной камеры блока пускового двигателя. Сняв провода со свечи зажигания, вывертывают свечу первого цилиндра. Прикрыв пальцем отверстие для свечи, прокручивают коленчатый вал рукояткой до такта сжатия в первом цилиндре. После этого прокручивают коленчатый вал до совпадения риски «в.м.т. I цил.» на ободу маховика с риской на фланце корпуса муфты сцепления. Проверяют щупом зазоры между торцами стержней клапанов и регулировочных болтов первого цилиндра. Величина зазора у холодного двигателя должна составлять 0,25 мм, у прогретого — 0,20 мм. При необходимости зазоры регулируют.

Проверяют и регулируют зазоры клапанов второго цилиндра, прокрутив коленчатый вал на пол-оборота.

§ 4. Обслуживание системы зажигания

При проверке контактов прерывателя магнето и регулировке зазора между ними снимают крышку прерывателя и протирают детали прерывателя замшей, смоченной в бензине. Если рабочие поверхности контактов покрыты нагаром, то их зачищают бархатным надфилем. Удаляют с рабочей поверхности контактов прерывателя следы обгорания.

* У четырехтактных двигателей П-23, П-23М.

Прокручивают коленчатый вал пускового двигателя до момента наибольшего размыкания контактов прерывателя. Проверяют щупом зазор между контактами: он должен составлять 0,25...0,35 мм. Если необходимо, регулируют зазор.

Если при нормальном состоянии контактов прерывателя магнето работает неудовлетворительно, его необходимо снять и отправить в мастерскую для проверки и регулирования на специальном стенде.

Проверку свечи зажигания и регулировку зазора между ее электродами проводят в таком порядке.

Отсоединив провод от свечи, вывертывают свечу и вставляют заглушку в отверстие головки дизеля. В случае нагара свечу на несколько минут кладут в ванночку с бензином. Затем очищают изолятор жесткой волосистой щеткой, а электроды и корпус свечи — тонкой стальной пластинкой или тупым ножом.

Зазор между электродами свечи проверяют щупом: он должен быть равным 0,5...0,7 мм. Зазор регулируют подгибанием бокового электрода.

После этого проверяют работу свечи, для чего кладут ее на пусковой двигатель, присоединяют провод и прокручивают коленчатый вал до момента появления искры. Искра должна быть яркой, светло-голубой и издавать характерный треск.

Устанавливают свечу на место и заворачивают ее моментом 60...80 Н·м.

При проверке и регулировке момента зажигания у двигателей П-350, ПД-10У, ПД-10У1, П-10УД, ПД-10М, ПД-10М2, ПД-8 снимают кожух маховика в сборе со стартером, а у двигателей П-23 и П-23М — крышку люков корпуса муфты сцепления. Снимают провод со свечи зажигания (у двигателей П-23 и П-23М снимают провода с обеих свечей). Вывертывают свечу (у двигателей П-23 и П-23М — свечу первого цилиндра). Снимают с магнето крышку прерывателя.

При проверке момента зажигания у двигателей П-350, ПД-10У, ПД-10У1, П-10УД, ПД-10М, ПД-10М2, ПД-8 опускают в цилиндр глубиномер штангенциркуля и, прокручивая коленчатый вал по направлению вращения, устанавливают поршень в в.м.т. После этого поворачивают коленчатый вал в обратную сторону и опускают поршень на 5,8 мм ниже в.м.т. (у двигателя ПД-8 на 5,1 мм), что соответствует положению колен-

чатого вала 27° до в.м.т. (у двигателя ПД-8 — 29° до в.м.т.). При этом должно начаться размыкание контактов прерывателя.

Чтобы проверить момент зажигания у двигателей П-23 и П-23М, закрыв отверстие в головке цилиндров пальцем, прокручивают коленчатый вал вручную до такта сжатия. Затем, продолжая прокручивать коленчатый вал, совмещают риску на ободе маховика ЗАЖ-М10 (у двигателя П-23) или ЗАЖ-М48 (у двигателя П-23М) с риской на фланце корпуса муфты сцепления. Момент совпадения рисков соответствует началу размыкания контактов прерывателя.

При необходимости регулируют момент зажигания (момент размыкания контактов прерывателя) путем поворота магнето вокруг своей оси.

§ 5. Проверка работы пускового двигателя

При проверке работы пускового двигателя измеряют частоту вращения коленчатого вала. Для этой цели используют переносной вольтамперметр КИ-1093 ГОСНИТИ, предназначенный для диагностирования электрооборудования. Прибор выполнен в металлическом футляре, в котором находятся амперметр 1 (рис. 72), вольтметр 2, тахометр 3 и нагрузочный реостат. Для управления прибором и подключения его к проверяемым объектам на передней панели размещены органы управления. Ящик закрывается съемной крышкой и имеет пространство, в котором размещен выносной шунт, а также комплект проводов, необходимый для подключения прибора к испытываемым объектам.

Амперметр оборудован шунтом на 30 А, используемым при испытании генераторов, реле-регуляторов, звуковых сигналов, электродвигателей, а также выносными шунтами на 300 и 1500 А, используемыми при испытании стартеров. Вольтметр имеет диапазоны измерения 0...3 В; при введении в электрическую цепь добавочного резистора диапазон измерения напряжения расширяется до 30 В. Для измерения напряжения переменного тока в цепь вольтметра введен германиевый диод и резистор. Тахометр прибора — электроимпульсный, с пределами измерения $0...83\text{ с}^{-1}$, предназначен для измерения частоты вращения коленчатого вала карбюраторных двигателей, которые оборудованы 12-вольтовой

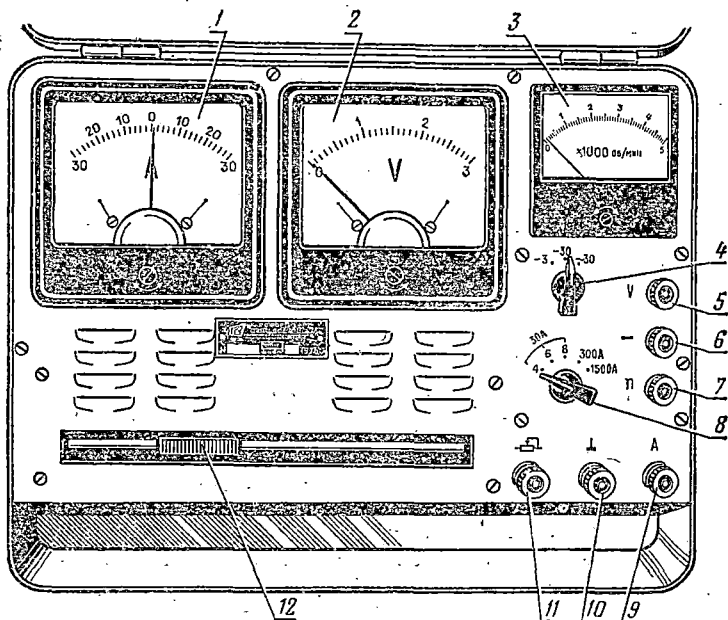


Рис. 72. Передняя панель переносного вольтамперметра КИ-1093 ГОСНИТИ:

1 — амперметр; 2 — вольтметр; 3 — тахометр; 4 — рукоятка переключателя вольтметра; 5 — клемма подключения вольтметра; 6 — клемма подключения вольтметра и тахометра; 7 — клемма подключения тахометра; 8 — рукоятка переключения амперметра, объединенная с переключателем тахометра; 9 — клемма подключения амперметра; 10 — клемма подключения прибора к «массе» испытываемого оборудования; 11 — клемма подключения реостата; 12 — рукоятка нагрузочного реостата.

системой зажигания. Принцип действия тахометра основан на считывании импульсов тока, выдаваемых прерывателем магнето или распределителя. Нагрузочный реостат имеет полное сопротивление 6 Ом и рассчитан на максимально допускаемый ток при испытании генераторов до 25 А в течение 5 мин.

Чтобы измерить частоту вращения коленчатого вала, к системе зажигания подключают тахометр переносного вольтамперметра КИ-1093. Для этого соединяют проводами клемму *n* тахометра прибора с клеммой выключателя зажигания (у магнето М-24А1 и М-124 — молотком прерывателя), а клемму «масса» прибора — с неокрашенной частью трактора. Рукоятку переключателя полярности ставят в положение, соответствующее мину-

су полярности «массы», рукоятку переключателя тахометра — в положение проверки частоты вращения четырехцилиндрового двигателя. В этом положении рукоятки переключателя тахометра при проверке двигателей с магнето М-10А, М-47В1, М-48В1 показания тахометра прибора КИ-1093 соответствуют частоте вращения коленчатого вала пускового двигателя. Для двигателей с магнето М-24А1, М-124, М-130 показания тахометра необходимо увеличить в два раза.

Работу пускового двигателя проверяют в следующем порядке. Пускают двигатель. Он должен начать работать после двух-трех попыток при прикрытой воздушной заслонке. Прислушиваясь к работе двигателя вхолостую и наблюдая за цветом отработавших газов, убеждаются в отсутствии черного дыма и пропусков в сгорании топлива.

Проверяют работу системы зажигания, для чего снимают провод со свечи и, удерживая его наконечник на расстоянии 5...7 мм от стержня центрального электрода, наблюдают за качеством искры. При нормальной работе системы зажигания искра должна появляться бесперебойно и иметь светло-голубой цвет.

Проверяют минимальную устойчивую частоту вращения коленчатого вала. С этой целью при полностью открытой воздушной заслонке постепенно прикрывают дроссельную заслонку с помощью рычага управления, пока двигатель не начнет работать с перебоями, затем немного открывают дроссельную заслонку до получения минимальной устойчивой частоты вращения.

Если двигатель работает неустойчиво, регулируют карбюратор в таком порядке.

Вывертывают винт упора рычага дроссельной заслонки до положения, при котором ее можно полностью закрыть. Затем, постепенно прикрывая дроссельную заслонку и ввертывая или вывертывая винт холостого хода, добиваются минимальной устойчивой частоты вращения коленчатого вала. Удерживая рычаг ручного управления дроссельной заслонкой, ввертывают винт упора до соприкосновения его с приливом корпуса карбюратора.

Проверяют максимальную частоту вращения коленчатого вала на холостом ходу. При этом устанавливают рычаг ручного управления дроссельной заслонкой в позицию, соответствующую полному ее открытию, и,

убедившись в полном открытии воздушной заслонки, фиксируют показание тахометра прибора КИ-1093.

Проверяют частоту вращения коленчатого вала под нагрузкой. Для этого включают механизм передачи и муфту сцепления пускового двигателя и, прокручивая дизель при выключенной подаче топлива и включенном декомпрессионном механизме, фиксируют показания тахометра прибора КИ-1093.

Требуемую частоту вращения коленчатого вала устанавливают при помощи регулировочного болта, ослабив затяжку контргайки. Регулировка указанного параметра изменением длины тяги регулятора недопустима, так как при этом нарушается нормальная работа регулятора.

Пониженная частота вращения коленчатого вала под нагрузкой, затрудненный пуск двигателя и слабая компрессия в цилиндре свидетельствуют о предельном износе деталей цилиндро-поршневой группы.

Повышенная частота вращения при работе двигателя под нагрузкой может быть вызвана пробуксовыванием муфты сцепления.

§ 6. Проверка и регулировка редуктора

Муфту сцепления проверяют и регулируют в таком порядке.

При наличии признаков пробуксовывания дисков (чрезмерном нагреве, недостаточной частоте вращения коленчатого вала дизеля) проверяют правильность регулировки муфты.

У тракторов Т-150, Т-150К и у комбайнового дизеля СМД-64 поворачивают рычаг включения муфты сцепления против часовой стрелки до упора и измеряют угол между осью рычага и вертикалью. Если он превышает 60° , что является признаком износа дисков, проводят регулировку муфты изменением позиции рычага выключения на шлицевом валике.

У тракторов Т-4А и ДТ-75М, заметив нейтральную позицию рычага включения, включают передачу редуктора и измеряют угол, на который отклонится рычаг. Если полученное значение больше 40° , муфту регулируют поворотом нажимного упора.

У тракторов Т-130, Т-100М, ДТ-54А, плавно включая муфту сцепления, определяют динамометром макси-

мальное усилие включения муфты, которое должно составлять 70...110 Н. Если оно не соответствует указанным значениям, проводят регулировку изменением позиции корпуса рычагов муфты относительно нажимного диска.

У тракторов ДТ-75, Т-74, МТЗ-50Л, МТЗ-52Л и у комбайновых дизелей СМД-17К, СМД-19, включив муфту, проверяют положение рукоятки включения. Она должна располагаться под углом 5...45° от вертикальной оси в сторону от блока. При угле, большем 45°, муфту регулируют изменением позиции рукоятки относительно подвижной упорной втулки.

У тракторов МТЗ-50ПЛ, ЮМЗ-6Л, МТЗ-5ЛС, МТЗ-5МС, Т-38М плавно включают муфту до момента резкого возрастания усилия на рычаге. Затем измеряют угломером угол между вертикалью и осью рычага, он должен составлять 10...20°. При необходимости проводят регулировку с помощью регулировочных гаек.

У тракторов Т-40, Т-40А, Т-40М, Т-40АМ муфта сцепления редуктора пускового двигателя в процессе эксплуатации не регулируется. При износе дисков муфты их заменяют новыми.

После регулировки муфты сцепления пускают двигатель и прокручивают им холодный дизель при выключенном декомпрессоре. Если муфта продолжает пробуксовывать, промывают диски.

Пробуксовывание муфты сцепления после промывки дисков указывает на их износ и необходимость ремонта муфты.

Механизм выключения пускового двигателя проверяют и регулируют в таком порядке.

Подключают к электрической цепи магнето тахометр переносного вольтметра КИ-1093. Пускают пусковой двигатель и, наблюдая за показаниями тахометра, начинают пуск дизеля. В момент автоматического выключения шестерни привода венца маховика фиксируют показание тахометра.

При исправном состоянии механизма выключения шестерня должна выключаться: у двигателя П-23 при 47...50 с⁻¹, у двигателя П-23М при 50...52 с⁻¹, у двигателей ПД-10У, П-10УД, ПД-10М, ПД-10М2 при 82...87 с⁻¹, у двигателя П-350—87...92 с⁻¹.

Если частота вращения не соответствует приведенным значениям, нужно отрегулировать механизм вы-

ключения путем изменения величины сжатия пружин центробежного автомата двумя винтами, ввернутыми в резьбовые отверстия грузов.

У пусковых двигателей П-350, ПД-10У, П-10УД, ПД-8 механизм выключения не регулируется.

Контрольные вопросы

1. Перечислите параметры состояния пускового двигателя и редуктора.

2. Укажите порядок технического обслуживания системы питания пускового двигателя.

3. Как проверить и отрегулировать угол опережения зажигания у пусковых двигателей тракторных и комбайновых дизелей?

4. В какой последовательности проверяют работу пускового двигателя?

5. Как проверить и отрегулировать муфту сцепления пускового двигателя?

6. Каков порядок диагностирования и регулировки механизма выключения пускового двигателя?

Глава VII.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

§ 1. Параметры состояния и средства диагностирования электрооборудования

К параметрам технического состояния электрооборудования относятся следующие: уровень и плотность электролита в аккумуляторах; разряженность аккумуляторных батарей; натяжение ремня генератора; напряжение, поддерживаемое реле-регулятором; ток нагрузки генератора; обратный ток выпрямителя; напряжение стартера и ток, потребляемый им при полностью заторможенном якоре (дизеле).

При проверке технического состояния электрооборудования используют следующие средства диагностирования: стенд КИ-8927 ГОСНИТИ (КИ-8948 ГОСНИТИ) или переносной вольтамперметр КИ-1093 ГОСНИТИ, нагрузочную вилку ЛЭ-2, аккумуляторный денсиметр или плотномер КИ-13917 ГОСНИТИ, приспособление для проверки уровня электролита в аккумуляторах батарей.

Ввиду ограниченного количества приборов КИ-1093 и их громоздкости при заявочном (внеплановом) диагностировании электрооборудования, обусловленном

возникновением эксплуатационных неисправностей и отказов, используют малогабаритный комбинированный прибор Ц-4324. С помощью этого прибора измеряют силу тока, напряжение и сопротивление в целях постоянного и переменного тока. В корпус прибора вмонтированы стрелочный индикатор, переключатели схем измерения и гнезда для подключения к проверяемым внешним цепям. На передней панели размещены переключатель рода работ с тремя клавишами и шкала индикатора. К прибору прикладывается комплект проводов с однополюсными наконечниками.

Переносной вольтамперметр КИ-1093 ГОСНИТИ (см. рис. 72) применяется при диагностировании генераторов, реле-регуляторов, стартеров, звуковых сигналов, стартерных аккумуляторных батарей.

Нагрузочная вилка ЛЭ-2 служит для выявления неисправностей и определения разряженности аккумуляторов батарей по величине напряжения каждого аккумулятора в отдельности. Она включает в себя вольтметр, закрепленный шарнирно на двух контактных ножках, которыми вилка присоединяется к клеммам аккумуляторов батареи. Ножки подключаются к вольтметру двумя нагрузочными сопротивлениями, выполненными из нихромовой проволоки. Благодаря двум сопротивлениям можно получить три варианта нагрузки аккумуляторов, создаваемые в зависимости от емкости батареи.

Аккумуляторный денсиметр (ГОСТ 895—66) служит для определения плотности электролита в пределах $1,08...1,32 \text{ г/см}^3$ с точностью до $\pm 0,01 \text{ г/см}^3$ по шкале ареометра, цена одного деления которой равна $0,01 \text{ г/см}^3$. Шкалу градуируют при $+15^\circ\text{C}$. Прибор состоит из ареометра, помещенного в стеклянную колбу, резиновой груши, пробки с отверстиями и резиновой пробки с эбонитовым наконечником.

Разработанный в ГОСНИТИ плотномер КИ-13917 предназначен для экспресс-оценки плотности электролита в аккумуляторах, батарей. Он состоит из пластмассового корпуса с наконечником, резиновой груши и четырех цилиндрических тарированных поплавков, рассчитанных на значения плотности 1,23; 1,25; 1,27 и $1,29 \text{ г/см}^3$.

Чтобы измерить плотность, наконечник прибора (денсиметра и плотномера) погружают в электролит и,

сжав резиновую грушу, набирают электролит в колбу денсиметра или корпус плотномера. После того как ареометр денсиметра всплывает и уровень электролита в стеклянной колбе перестанет подниматься, отсчитывают величину плотности по шкале ареометра против нижнего мениска электролита. При измерении плотности электролита с помощью плотномера после наполнения корпуса в нем всплывает поплавочек, соответствующий измеряемой плотности электролита в аккумуляторе, а также поплавки, рассчитанные на меньшую плотность.

Для определения уровня электролита в аккумуляторах можно использовать денсиметр, просверлив в его наконечнике отверстие диаметром 2 мм на расстоянии 15 мм от края. Для этой же цели применяют резиновую грушу № 4, в наконечнике которой также просверливают отверстие с указанными выше размерами.

§ 2. Диагностирование аккумуляторной батареи

Проверка уровня электролита. Очищают батарею от пыли и грязи и протирают ее поверхность. Проверяют, нет ли трещин на баке и мастике. В случае трещин и течи электролита батарею заменяют.

Затем вывертывают пробки из банок аккумулятора. Опускают в заливное отверстие аккумулятора наконечник денсиметра до упора в защитную решетку. Сжав и разжав грушу, вынимают денсиметр из банки аккумулятора и проверяют, нет ли в колбе электролита. Отсутствие электролита в колбе указывает на то, что его уровень в аккумуляторе не превышает нормальной величины.

После этого заполняют колбу денсиметра дистиллированной водой и выливают воду в аккумулятор. Опустив наконечник, как и прежде, до упора в защитную решетку, снова проверяют уровень электролита, сделав отсос грушей. Если в колбе не окажется электролита, доливают в аккумулятор дистиллированную воду и опять делают отсос. При избытке электролита в аккумуляторе (уровень превышает 15 мм над поверхностью защитной решетки) груша отсасывает его через контрольное отверстие.

Аналогично проверяют уровень электролита с помощью резиновой груши № 4, приспособленной для этой цели.

После проверки уровня электролита во всех аккумуляторах и долива дистиллированной воды ввертывают на место пробки, предварительно осмотрев и прочистив вентиляционные отверстия.

Проверка плотности электролита и степени разряженности аккумуляторной батареи. Погружают поочередно в каждый элемент наконечник денсиметра, предварительно сжав резиновую грушу, и набирают в пипетку такое количество электролита, при котором ареометр всплывает. Если в элементы батареи доливали дистиллированную воду, то плотность следует измерять после 30...40 мин работы дизеля.

Измеряют температуру электролита. При температуре, меньшей или большей $+15^{\circ}\text{C}$, в измеренную плотность электролита вносят поправку.

Разница в плотности электролита аккумуляторов одной батареи не должна превышать $0,02\text{ г/см}^3$. При большей разнице батарею следует заменить.

По наименьшей плотности электролита, измеренной в одном из аккумуляторов, определяют разряженность батареи.

Если плотность электролита неизвестна, определяют разряженность батареи по напряжению под стартерной нагрузкой. Для этого поочередно подключают ножки нагрузочной вилки к клеммам каждого аккумулятора батареи на 5 с и замечают показания вольтметра. Разность напряжений в аккумуляторах одной батареи не должна превышать 0,2 В. При большей разности батарею следует заменить.

Батарею, разряженную более чем на 50% летом и более чем на 25% зимой, подзаряжают.

§ 3. Проверка состояния электропроводки, системы освещения и сигнализации

Проверяют надежность присоединения проводов к приборам электрооборудования и крепления пучков проводов скобами, а также состояние изоляции проводов в местах крепления и пересечения с металлическими частями машины. Поврежденную изоляцию обматывают изоляционной лентой.

Определяют состояние клемм. При необходимости зачищают поверхность наконечников и зажимов, подтягивают болты.

Проверяют работу системы освещения при различных положениях выключателей и переключателей и надежность крепления осветительной арматуры.

Контролируют состояние электрических цепей указателей поворота и переключателей. Для этого, устанавливая рукоятку переключателя вправо и влево, убеждаются в том, что мигание света указателей поворота равномерное и устойчивое. Затем, поворачивают рулевое колесо вправо и влево; при этом должно обеспечиваться выключение указателей поворота при выходе трактора из поворота на прямую. Если указатель поворота не выключается, необходимо отрегулировать положение переключателя.

Проверяют работу стоп-сигнала, нажав два-три раза на тормозные педали. Стоп-сигнал должен работать четко, без перебоев.

Если какой-либо прибор освещения и сигнализации не работает, проверяют исправность лампочки и проводки, а также убеждаются, не перегорел ли плавкий предохранитель в цепи данного прибора или в цепи зарядки.

Проверяют состояние электропроводки: нет ли плохого контакта соприкасающихся поверхностей клемм и наконечников проводов, а также обрыва проводов. Для этого измеряют падение напряжения в цепи при включенных потребителях электроэнергии. Падение напряжения при проверке цепи дальнего света фар не должно превышать 1,1 В, при проверке цепей других потребителей энергии — 0,7 В.

§ 4. Проверка и регулировка реле-регулятора генератора, выпрямителя и системы пуска на стенде КИ-8927 ГОСНИТИ (КИ-8948 ГОСНИТИ)

Реле-регуляторы РР362-Б и РР385-Б*. Проверяют регулятор напряжения в такой последовательности.

Включают выключатель «массы» и побочные потребители электроэнергии. Подключают реле-регулятор к приборам стенда (рис. 73). Включают выключатель «массы», пускают дизель и устанавливают номинальную частоту вращения коленчатого вала. Включают стенд в режим

* Устанавливают на тракторах К-700 и К-701.

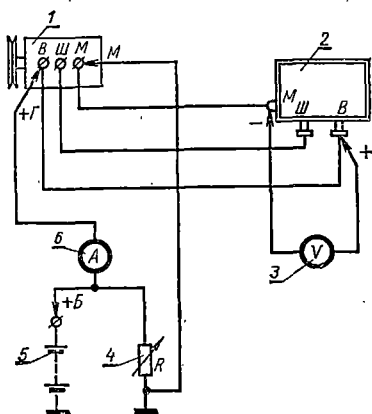


Рис. 73. Схема проверки регулятора напряжения контактно-транзисторного реле-регулятора и генератора на стенде КИ-8927 ГОСНИТИ (КИ-8948 ГОСНИТИ):

1 — генератор; 2 — реле-регулятор; 3 — вольтметр; 4 — реостат; 5 — аккумуляторная батарея; 6 — амперметр.

проверки электрооборудования, устанавливают нагрузку генератора 14 ± 1 А (при проверке реле регулятора РР 362-Б) или 40 ± 5 А (при проверке реле-регулятора РР385-Б) и измеряют величину регулируемого напряжения.

Пределы величины напряжения соответственно должны составлять 13,2...14,0 и 13,5...14,3 В — летом; 14,0...15,2 и 14,3...15,5 В — зимой.

Если пределы регулируемого напряжения не соответствуют указанным, проверяют состояние контактов и регулируют реле напряжения, сняв крышку. Контакты

реле должны быть чистыми и не иметь следов подгара. Чтобы повысить величину регулируемого напряжения, увеличивают натяжение пружины реле, а для снижения величины регулируемого напряжения уменьшают натяжение пружины.

Проверяют реле защиты. Для этого включают выключатель «массы» и побочные потребители электроэнергии трактора. Подключают реле-регулятор 3 (рис. 74) к приборам стенда. Включают выключатель «массы» и, медленно увеличивая реостатом ток, фиксируют его максимальную величину при срабатывании реле. Она должна составлять 4...4,5 А.

Если ток срабатывания реле не соответствует приведенным значениям, проверяют состояние контактов и регулируют реле защиты, увеличивая натяжение пружины для повышения тока срабатывания или уменьшая натяжение для понижения тока срабатывания реле.

Если требуемые режимы работы реле напряжения и реле защиты невозможно установить изменением натяжения пружины, проверяют и регулируют зазоры

между сердечниками и якорями, а также между контактами обоих реле.

При разомкнутом реле напряжения зазор между якорем и сердечником должен составлять 1,4...1,5 мм, между контактами — 0,2...0,3 мм.

При разомкнутом реле защиты зазор между контактами должен быть равен 0,2...0,3 мм, а зазор между якорем и сердечником 0,7...0,8 мм.

При замкнутом реле защиты зазор между якорем и сердечником должен составлять 0,15...0,25 мм.

Зазор между якорем и сердечником изменяют перемещением контактов, а между контактами — подгибанием ограничителя хода якоря.

Генератор. При проверке выключают выключатель «массы». Подключают прибор стенда (см. рис. 73). Устанавливают переключатель сезонной регулировки ППР в положение «зима». Включают выключатель «массы», пускают дизель, устанавливают максимальную частоту вращения коленчатого вала и выключают выключатель «массы». После пуска дизеля с помощью стенда поднимают электроды реостата.

Включают стенд в режим проверки электрооборудования и задают генератору нагрузку 71,5 А (для генераторов Г285 и Г275 тракторов К-700 и К-701) или 28,5 А (для генераторов других марок). При этом величина напряжения генератора I должна составлять 14...12,5 В. Колебание величины тока и напряжения не допускается.

Если при исправном реле-регуляторе напряжение нагрузки менее допустимого, генератор подлежит ремонту.

Выпрямитель В-150*. Проверку ведут в такой последовательности.

Включают выключатель «массы» и отсоединяют от клемм «~» генератора провода. Выводят реостат бло-

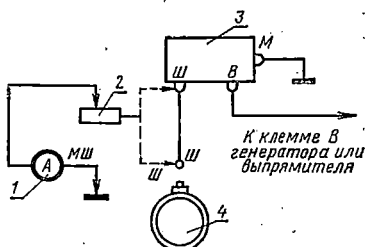


Рис. 74. Схема проверки реле защиты контактно-транзисторного реле-регулятора на стенде КИ-8927 ГОСНИТИ (КИ-8948 ГОСНИТИ):

1 — амперметр; 2 — реостат; 3 — реле-регулятор; 4 — генератор.

* Устанавливают на тракторах К-700 и К-701.

ка проверки реле защиты стенда, включают включатель «массы». Измеряют обратный ток выпрямительных шайб прямой проводимости, поочередно присоединяя клеммы «~» генератора на «массу» через блок проверки реле защиты.

Отсоединяют и изолируют от «массы» провод «+» выпрямителя. Измеряют обратный ток выпрямительных шайб обратной проводимости, поочередно присоединяя клеммы «~» генератора через блок проверки реле защиты к отсоединительному проводу «+».

При обратном токе хотя бы в одном из плеч более 2 А выпрямитель подлежит замене.

Система пуска. Проверяют стартер. Для этого подключают вольтметр стенда к стартеру (к клемме «+» стартера и к «массе» трактора) и измеряют напряжение. Напряжение должно быть не менее 10,5 В.

Затормаживают дизель, включив передачу и затормозив трактор. Включают стартер на 4...5 с и повторно измеряют напряжение на клемме «+» стартера. У исправного стартера при заряженной батарее значение напряжения должно быть не менее допустимого.

Проверяют реле блокировки*. Отсоединяют провода генератора от клеммы «~» реле блокировки. Присоединяют проводом одну клемму реле к клемме В реле-регулятора, а вторую клемму — через блок проверки реле защиты стенда на массу трактора.

Присоединяют к клеммам реле провода вольтметра 0...30 В блока проверки реле-регулятора стенда. Включают включатель «массы» и медленно повышают реостатом напряжения на входе реле блокировки до включения контрольной лампы электрооборудования трактора.

Напряжение включения реле должно составлять 9...10 В.

Если значение напряжения не соответствует указанным пределам, проверяют и регулируют зазор между якорем и сердечником реле, который должен быть равен 0,35...0,45 мм. Изменяя натяжение пружины, добиваются срабатывания реле при 9...10 В.

Повторяют проверку реле при измененном направлении тока. Для этого меняют местами концы проводов, подводимых к реле. Напряжение включения реле должно составлять 9...10 В.

* Устанавливают на дизелях со стартерным пуском.

Таблица 6. Данные, необходимые при диагностировании генераторов

Марка трактора или комбайна	Марка генератора	Частота вращения коленчатого вала, с
К-701	Г275	25,0
К-700	Г285	24,5
Т-150К	Г304-Б, Г306-Б	25,2
Т-100М, Т-130 с дизелем Д-130	Г304-Ж1, Г306-Ж	12,5
Т-130 с дизелем Д-160	Г304-Ж1	15,0
ДТ-75М	Г304-Б1, Г304-Г1	21,0
ДТ-75, Т-74	Г304-Б1, Г304-Г1, Г306-Б, Г306-Г	20,2
Т-70С	Г306-Д1, Г306-Д	25,2
Т-54В	Г304-А1, Г306-А	19,5
МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л	Г304-Д1, Г306-Д1	26,5
МТЗ-50, МТЗ-50Л, МТЗ-52, МТЗ-52Л	Г304-А1, Г306-А	20,2
Т-40, Т-40А	Г304-В1, Г306-В	19,5
Т-40М, Т-40АМ, Т-28Х4	Г304-В1, Г306-В	21,7
Т-25, Т-16М с дизелем Д-21А1	Г304-И1, Г306-И	21,7
Т-25, Т-16М с дизелем Д-21	Г302-Б1	21,5
СК-5 «Нива»	Г304-Г1	22,9
СК-6 «Колос»	Г304-К1	22,9
СКД-5 «Сибиряк»	Г306-Г	22,9

* Допускается отклонение от заданной частоты вращения на $\pm 3\%$.

КИ-1093 (см. рис. 75). Включают выключатель «массы», пускают дизель и устанавливают частоту вращения коленчатого вала, указанную в таблице 6. С помощью реостата прибора КИ-1093 при проверке генераторов Г275 и Г285 устанавливают ток нагрузки, равный 80 А; при проверке генераторов других марок — 23,5 А. В этом случае при проверке генераторов Г275, Г285, Г304, Г302 напряжение на их зажимах должно составлять 12,5 В; при проверке генератора Г306 — 13,2 В.

При несоответствии параметров генератора допускаемым значениям и повышенном шуме или стуках генератор следует снять и направить в мастерскую.

Выносной выпрямитель В150*. Проверяют выпрямительные плечи прямой проводимости,

* Установлен на дизелях со стартерным пуском.

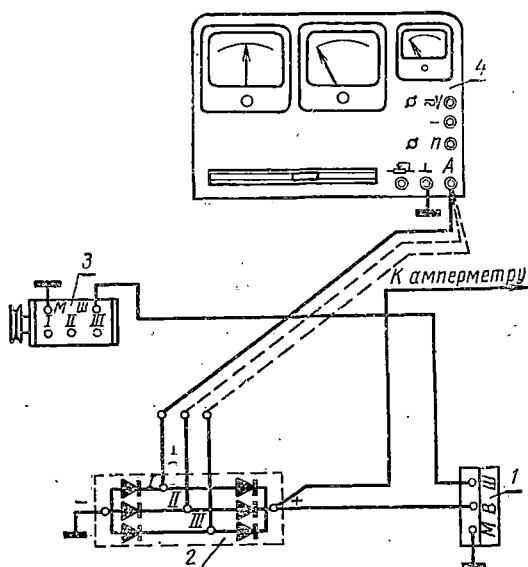


Рис. 76. Схема подключения прибора КИ-1093 ГОСНИТИ при проверке выпрямителя прямой проводимости:

1 — реле-регулятор; 2 — выпрямитель; 3 — генератор; 4 — прибор КИ-1093.

Для этого определяют величину обратного тока выпрямительных плечей в таком порядке. Выключают включатель «массы», отсоединяют провода, подходящие к клеммам «~» выпрямителя 2 (рис. 76), и отводят их в сторону так, чтобы они не касались «массы» машины. Подсоединяют прибор 4, включают включатель «массы» и, поочередно касаясь клемм «~» выпрямителя 2, проводят измерения. У исправного выпрямителя обратный ток на каждом плече не должен превышать 2 А. Если величина тока более 2 А, выпрямитель заменяют.

Проверяют выпрямительные плечи обратной проводимости. Для этого определяют величину обратного тока выпрямительных плечей в такой последовательности. Выключают включатель массы, отсоединяют провода, подходящие к клеммам «~» выпрямителя 2 (рис. 77), и отводят их в сторону так, чтобы они не касались «массы» машины. Подсоединяют прибор 4, включают включатель массы и, поочередно касаясь клемм «~» выпрямителя, проводят измерения.

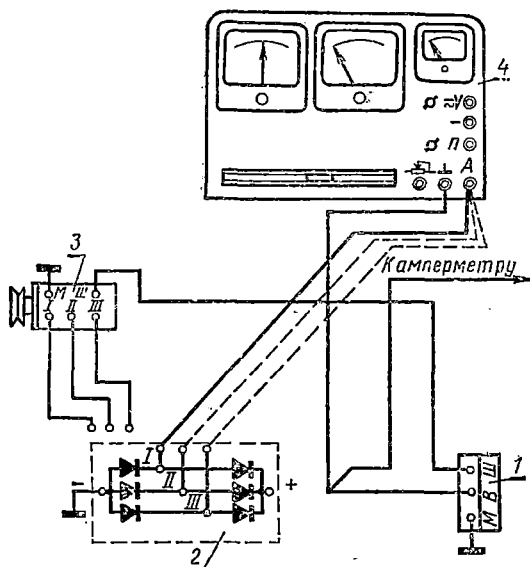


Рис. 77. Схема подключения прибора КИ-1093 ГОСНИТИ при проверке выпрямителя обратной проводимости (обозначения см. в подписи под рисунком 76).

У исправного выпрямителя обратный ток на каждом плече не должен превышать 2 А. Если величина обратного тока более 2 А, выпрямитель подлежит замене.

Система пуска. Проверяют стартер. Для этого определяют величину тока, потребляемого стартером в режиме полного торможения дизеля, в таком порядке. Выключают выключатель массы (рис. 78). Подключают к клемме батареи 2 шунт 3 и переключают прибор 5 на измерение тока 1500 А (при проверке стартера дизеля) или 300 А (при проверке стартера пускового двигателя). К клемме стартера 4 подключают вольтметр прибора 5. Включают любую передачу и затормаживают машину. Включают стартер 4 не более чем на 10 с и быстро отсчитывают величину потребляемого тока и напряжения на его клеммах. Значения тока и напряжения должны находиться в допустимых пределах. В противном случае выявляют и устраняют неисправности.

Проверяют реле блокировки* в таком порядке.

* Устанавливают на дизелях со стартерным пуском.

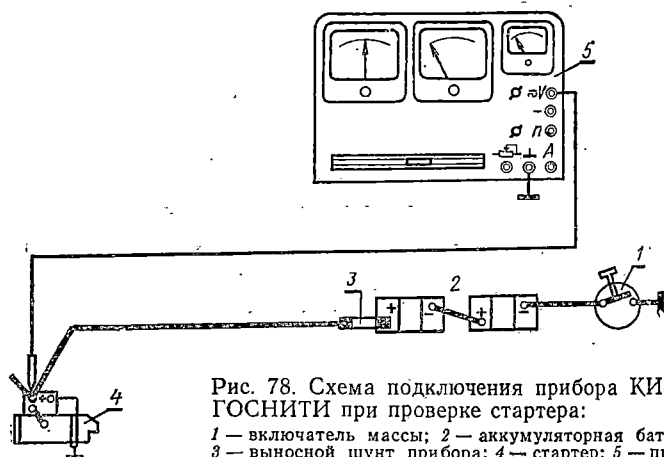


Рис. 78. Схема подключения прибора КИ-1093 ГОСНИТИ при проверке стартера:

1 — включатель массы; 2 — аккумуляторная батарея; 3 — выносной шунт прибора; 4 — стартер; 5 — прибор КИ-1093.

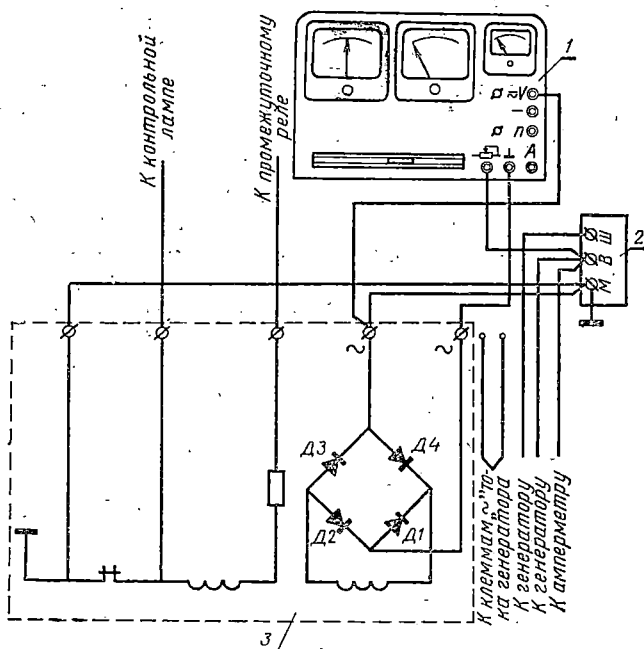


Рис. 79. Схема подключения прибора КИ-1093 ГОСНИТИ при проверке реле блокировки:

1 — прибор КИ-1093; 2 — реле-регулятор; 3 — реле блокировки ($D_1...D_4$ —диоды).

Включают выключатель массы, отсоединяют провода от клеммы «~» реле и отгибают их так, чтобы они не касались других клемм и «массы» машины. Подключают прибор 1 (рис. 79). Включают выключатель массы. Реостатом прибора 1 плавно повышают напряжение до тех пор, пока не сработают контакты реле 3 и не загорится контрольная лампа на щитке приборов.

Величина напряжения срабатывания реле блокировки должна составлять 9...10 В. В противном случае проверяют и регулируют зазор между якорем и сердечником при замкнутых контактах. Зазор должен находиться в пределах 0,35...0,45 мм.

Если реле блокировки не срабатывает, то его необходимо снять и отправить в мастерскую.

Контрольные вопросы

1. Перечислите параметры состояния электрооборудования и средства их измерения.

2. Как проверить уровень электролита в аккумуляторной батарее?

3. Как проверить плотность электролита в аккумуляторной батарее, а также разряженность батареи при известной и неизвестной плотности?

4. Укажите порядок проверки и регулировки контактно-транзисторных регуляторов при диагностировании электрооборудования на стенде КИ-8927 ГОСНИТИ (КИ-8948 ГОСНИТИ).

5. Как проверяют систему пуска при диагностировании электрооборудования на стенде КИ-8927 ГОСНИТИ (КИ-8948 ГОСНИТИ)?

6. Каков порядок диагностирования контактно-транзисторного реле-регулятора и генератора с помощью прибора КИ-1093 ГОСНИТИ?

7. Укажите последовательность диагностирования выносного выпрямителя В150 с помощью прибора КИ-1093 ГОСНИТИ.

8. Как диагностируют систему стартерного пуска дизеля с помощью прибора КИ-1093 ГОСНИТИ?

Глава VIII

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И ОБСЛУЖИВАНИЕ СИЛОВОЙ ПЕРЕДАЧИ ТРАКТОРА

§ 1. Параметры состояния силовой передачи

К основным частям силовой передачи относятся: муфта сцепления, коробка передач, главная и конечные передачи (колесные редукторы), привод ВОМ.

Муфта сцепления должна обеспечивать надежную передачу крутящего момента, быстрое и полное отключе-

ние коробки передач от дизеля, а также плавное нагружение составных частей силовой передачи при трогании трактора с места. Плавное трогание трактора и кратковременные перегрузки, неизбежные при работе тракторных агрегатов, обуславливают пробуксовывание дисков муфты, а значит, и изнашивание фрикционных накладок.

Износ фрикционных накладок влечет за собой перемещение нажимного диска в сторону маховика и вследствие этого уменьшение силы нажатия нажимных пружин или кулачков. Диски начинают пробуксовывать чаще, что вызывает усиленный нагрев их рабочих поверхностей. При этом диски коробятся, а пружины теряют упругость, что, в свою очередь, усиливает пробуксовывание муфты и разрушает рабочую поверхность фрикционных накладок.

Предотвратить указанные неисправности можно только путем своевременной замены изношенных составных частей муфты и проведения необходимых регулировок.

Сотрудником ГОСНИТИ Н. Т. Ивановым совместно с автором книги разработан способ определения технического состояния фрикционных муфт самоходной машины, позволяющий оценивать как общее состояние муфты, так и состояние ее отдельных составных частей (фрикционных дисков и нажимных пружин). Общее состояние муфты определяют по усилию на органе включения (педали или рычаге) в момент трогания трактора. О состоянии нажимных пружин (упругости) судят по усилию, которое прикладывают к органу управления при повороте его на заданный угол, обеспечивающий полное разъединение ведущих и ведомых дисков. Об изношенном состоянии фрикционных дисков судят по разнице или соотношению указанных усилий.

Чтобы обеспечить постоянство крутящего момента дизеля, необходимого для трогания трактора с места, последний устанавливают на ровной горизонтальной площадке с твердым покрытием. Поэтому трогание начинается при одном и том же моменте трения, передаваемом муфтой. По мере изнашивания дисков и уменьшения упругости нажимных пружин усилие, прикладываемое к органу управления в момент трогания трактора, уменьшается. Предельное усилие, при котором начинается проскальзывание дисков муфты при 100%-ной нагрузке, определяют расчетным путем.

Работоспособность коробки передач, главной и конечных передач зависит от состояния зубьев шестерен, подшипников, валов, вилок включения передач, а также базовых деталей (корпусов). У вилок включения передач изнашиваются поверхности щек, вследствие чего шестерни включаются не полностью. При этом поверхности зубьев шестерен испытывают повышенную удельную нагрузку, интенсивно изнашиваются на конус, выкрашиваются и даже ломаются.

При переключении передач шестерни непостоянного зацепления изнашиваются по длине зубьев. Такой вид изнашивания обусловлен взаимным проскальзыванием ведущих и ведомых шестерен в момент включения передачи. Интенсивность изнашивания значительно возрастает при разрегулировке главной муфты сцепления (чрезмерном свободном ходе педали) и неисправности тормозка, на что указывают шум и скрежет зубьев, а также затрудненное включение передач.

Сотрудником ГОСНИТИ В. Г. Фоминым разработан оригинальный способ диагностирования зубчатых зацеплений шестерен непостоянного зацепления по величине относительного износа торцов сопрягаемых зубчатых пар (авт. свид № 462108).

По мере изнашивания зубьев шестерен, шлицевых соединений и подшипников увеличивается боковой зазор между зубьями. Чрезмерное увеличение зазора сопровождается возникновением ударных нагрузок на зубья, обусловленных неравномерным их изнашиванием, а также значительными колебаниями тягового усилия.

Очень часто шестерни и подшипники сильно изнашиваются под действием абразивов, попадающих в корпуса силовой передачи через дефектные сальниковые уплотнения, а также вследствие несвоевременной замены трансмиссионного масла. Абразивы в трансмиссионном масле вызывают преждевременный износ шестерен и подшипников.

Износное состояние механизмов силовой передачи предварительно оценивают по суммарному боковому зазору, который, как правило, возрастает пропорционально наработке. Этот параметр является интегральным и не дает полного представления о состоянии отдельных сопряжений и деталей. Однако, как показывают многочисленные наблюдения, дефекты, как правило, возникают после длительной работы механизмов силовой пере-

дачи, т. е. когда суммарный угловой зазор достигает большой величины.

Таким образом, чрезмерно большой суммарный зазор в механизмах силовой передачи может служить основанием для вскрытия коробки передач и заднего моста с целью непосредственного измерения зазоров в подшипниках и износа зубьев шестерен, а также визуального осмотра деталей. По указанным параметрам и результатам осмотра окончательно оценивают износное состояние сопряжений коробки передач и заднего моста и на основании этого выполняют необходимые регулировочные и другие планово-предупредительные работы, устраняют обнаруженные неисправности, а также определяют остаточный ресурс составных частей силовой передачи.

К параметрам состояния гидросистемы трансмиссии тракторов К-700, К-701, Т-150, Т-150К относятся загрязненность масляных фильтров (определяется по перепаду давления), давление срабатывания предохранительного и перепускного клапанов, подача насоса, расход масла (утечки) в распределителе, давление разрядки гидроаккумулятора при переключении передач и др. Агрегаты гидросистемы трансмиссии проверяют и регулируют в мастерской на специальном стенде.

§ 2. Проверка и регулировка муфты сцепления

Фрикционные диски и нажимные пружины. Износное состояние муфты и упругость нажимных пружин проверяют по усилию на педали или рычаге выключения муфты с помощью универсального устройства для диагностирования фрикционных муфт. Оно представляет собой гидравлическую систему замкнутого типа с первичным преобразователем типа мессдозы и манометром, градуированным в единицах силы. Для установки органа выключения муфты под заданным углом по отношению к нейтральной позиции устройство снабжено приспособлением, которое состоит из угломера и основания. Главную муфту сцепления диагностируют в следующем порядке.

Закрепляют устройство на педали или рычаге выключения муфты. Пускают дизель и устанавливают трактор на ровной горизонтальной площадке с твердым покрытием. Выключают муфту, включают передачу и, плавно

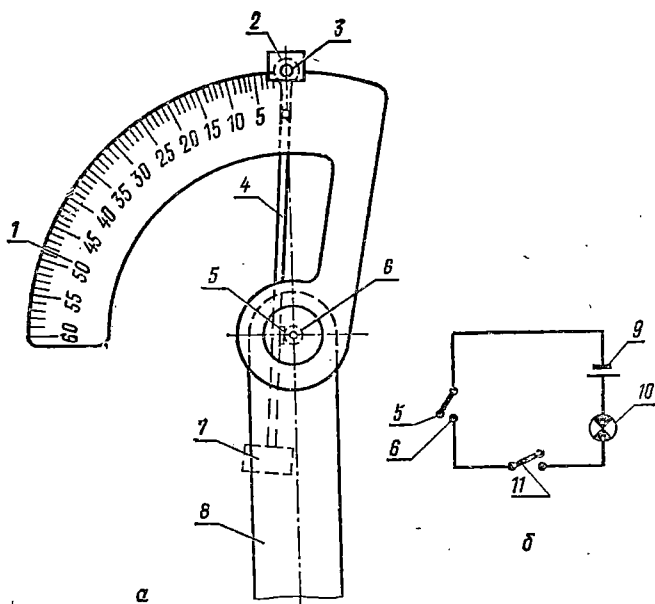


Рис. 80. Приспособление для установки заданного угла поворота органа выключения муфты при определении упругости нажимных пружин:

а — угломер с основанием и контактным устройством сигнализатора; *б* — принципиальная схема сигнализатора; 1 — шкала угломера; 2 — указатель; 3 — ось подвижного контакта; 4 — рычаг подвижного контакта; 5 — подвижный контакт; 6 — неподвижный контакт; 7 — грузик; 8 — основание; 9 — батарея; 10 — сигнальная лампа; 11 — выключатель.

отпуская педаль (рычаг), в момент трогания трактора с места фиксируют показание прибора.

Чтобы определить упругость нажимных пружин, останавливают дизель, закрепляют на органе выключения муфты основание 8 (рис. 80), совмещают нулевое деление шкалы 1 угломера с указателем 2 и закрепляют последний на шкале стопорным винтом. Включают выключатель 11 и устанавливают орган выключения муфты в позицию, соответствующую началу сжатия нажимных пружин (определяется по отсутствию свободного хода органа выключения муфты). Удерживая рычаг или педаль в указанной позиции, поворачивают угломер вокруг оси (неподвижного контакта 6 сигнализатора) настолько, чтобы электрические контакты 5 и 6 слегка касались друг друга. Эта позиция угломера определяется по мига-

нию сигнальной лампочки 10. Затем, отпустив педаль (рычаг), перемещают указатель в позицию, соответствующую заданному углу.

После этого снова устанавливают педаль (рычаг) в позицию, при которой происходит мигание лампочки, и фиксируют показание прибора.

Полученные результаты сравнивают с нормативными значениями усилий и прогнозируют остаточный ресурс.

Механизм управления постоянно замкнутыми муфтами сцепления. Определяют разницу в зазорах между отжимными рычагами и подшипником отводки, измерив щупом зазор между концом каждого отжимного рычага и обоймой подшипника; у тракторов Т-150 и Т-150К — между упором отжимного подшипника и кольцом отжимных рычагов.

Если разница превышает 0,5 мм; необходимо выровнять положения рычагов относительно подшипников отводки. После регулировки разница в зазорах не должна превышать 0,3 мм.

Если зазоры выходят за допускаемые пределы, то их регулируют изменением длины тяги педали (рычага) выключения муфты.

Затем проверяют свободный ход педали сцепления. Если он превышает допускаемое значение, то это указывает на значительный износ шарнирных сочленений механизма управления муфтой.

У тракторов ДТ-75 и ДТ-75М при крайнем заднем положении рычага выключения муфты проверяют и, если необходимо, регулируют зазор между упором пружины и двуплечим рычагом сервомеханизма. После регулировки рычаг выключения должен надежно удерживаться в крайних позициях, что достигается натяжением пружины сервомеханизма при помощи регулировочного винта.

У тракторов Т-150, Т-150К, ДТ-75, ДТ-75М, Т-74 измеряют полный ход отжимного стакана муфты, переместив рычаг муфты вперед до упора.

У тракторов МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л, МТЗ-50, МТЗ-50Л, МТЗ-52, МТЗ-52Л, МТЗ-50ПЛ, ЮМЗ-6Л, Т-54В проверяют, не зависает ли педаль на участке свободного хода. При ее зависании регулируют механизм управления муфтой.

У трактора Т-70С освобождают оттяжные пружины и отсоединяют тягу тормозка от рычага выключения муф-

ты. Поворачивают двуплечий рычаг по часовой стрелке до упора в кронштейн. Изменяя длину тяги педали, устанавливают педаль до упора в наклонный полук. Изменяя длину тяги гидроусилителя, добиваются номинального свободного хода педали.

У тракторов Т-150, Т-150К, Т-4А, ДТ-75М, ДТ-75, Т-74, МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л, Т-70С по окончании регулировки муфты сцепления проверяют и, если необходимо, регулируют тормозок.

Надежность работы механизма управления муфтой и тормозком, а также гидроусилителя контролируют при работающем дизеле.

Механизм управления непостоянно замкнутой муфтой сцепления*. Плавно включая муфту, проверяют динамометром максимальное усилие на рычаге. Если оно не соответствует допускаемому значению, муфту сцепления регулируют в следующем порядке.

При полностью выключенной муфте сцепления поворачивают через смотровой люк муфту за крестовину до тех пор, пока стяжной болт не установится в положение, удобное для вывинчивания. Расконтривают болт и ослабляют его затяжку. Включают какую-либо передачу. Для увеличения усилия поворачивают крестовину на несколько градусов в направлении, обратном вращению маховика, а для уменьшения усилия — в противоположном направлении. Закончив регулировку, затягивают и законтривают болт крестовины и ставят на место крышку смотрового люка кожуха муфты.

По окончании регулировки муфты сцепления проверяют и при необходимости регулируют механизм управления ВОМ, если он заблокирован с механизмом управления муфтой сцепления трактора, а также механизм блокировки коробки передач.

§ 3. Проверка и регулировка механизмов привода ВОМ

Тракторы Т-150 и Т-150К. Проверяют и, если необходимо, регулируют клапаны гидравлической системы ВОМ в следующем порядке.

Вывинчивают коническую пробку из крышки клапана плавного включения и устанавливают вместо нее контрольный манометр со шкалой 0...2,5 МПа. Пускают

* У трактора Т-100М.

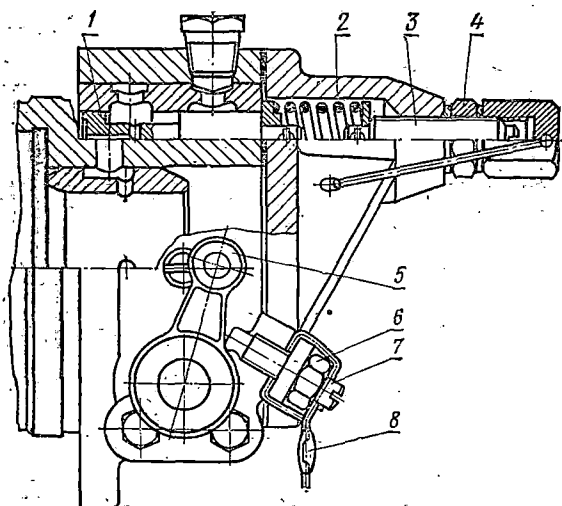


Рис. 81. Клапан постоянного давления гидравлической системы ВОМ тракторов Т-150 и Т-150К:

1 — золотник; 2 — пружина клапана; 3, 7 — регулировочные винты; 4 — контргайка; 5 — рычаг; 6 — гайка; 8 — проволока с пломбой.

дизель и, попеременно включая и выключая ВОМ, прогревают рабочую жидкость до $40...45^{\circ}\text{C}$.

Установив рычаг 5 (рис. 81) в крайнее правое положение и завинтив регулировочный винт 3 клапана постоянного давления до получения давления $1,5...1,6$ МПа, при необходимости регулируют винтом 7 клапан плавного включения на давление $1,2...1,3$ МПа. Винтом 3 регулируют клапан постоянного давления на давление $0,95...1,00$ МПа. После регулировки винты 3 и 7 нужно законтрить и опломбировать.

Проверяют и при необходимости регулируют длину тяги управления муфтой редуктора ВОМ. Для этого устанавливают длину тяги такой, чтобы при крайней верхней позиции рычага управления, находящегося в кабине трактора, рычаг 5 упирался в регулировочный винт 7.

Тракторы МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л, Т-54В, МТЗ-50, МТЗ-50Л, МТЗ-52, МТЗ-52Л, МТЗ-50ПЛ. Проверяют и регулируют тормоза ВОМ. Для этого у тракторов «Беларусь» перечисленных модификаций, перемещая рычаг управления задним ВОМ, совмещают

отверстие на рычаге валика управления с резьбовым отверстием в корпусе заднего моста и фиксируют эту позицию рычага, ввернув в отверстие технологический болт размером М10×60. У трактора Т-54В отсоединяют тягу механизма управления ВОМ от рычага управления и, совместив отверстия рычага и вилки тяги с отверстием поворотного вала, устанавливают в указанные отверстия технологический палец. Затем снимают крышку люка тормозов, ввертывают регулировочные винты до отказа, прилагая момент 8...10 Н·м, после чего вывертывают каждый винт на три оборота и проверяют легкость вращения ВОМ (за хвостовик) от руки. При трудном вращении вывертывают винты еще на один оборот.

Контролируют правильность регулировки механизма управления задним ВОМ. Для этого у тракторов Т-54В, МТЗ-50, МТЗ-50Л, МТЗ-52, МТЗ-52Л и МТЗ-50ПЛ, не изменяя позиции рычага валика, проверяют позицию защелки рычага управления относительно сектора. Защелка должна находиться в среднем пазу сектора. У тракторов МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л вывертывают из рычага валика управления технологический болт и переводят рычаг управления ВОМ в позицию «вкл.» (крайнюю заднюю). При этом расстояние от клеммного зажима рычага до пола кабины должно составлять 45...50 мм. Правильную позицию рычага управления ВОМ устанавливают, изменяя длину тяги управления.

Трактор Т-70С. При появлении признаков пробуксовывания тормозов ВОМ механизм управления тормозами и тормоза регулируют в следующем порядке. Отсоединяют тягу механизма управления от промежуточного рычага. Устанавливают рычаг управления в нейтральную позицию, а промежуточный рычаг и рычаг управления тормозами — в горизонтальную. Изменяя длину тяги, присоединяют ее к промежуточному рычагу.

Затем регулируют тормоза с помощью регулировочных винтов.

Трактора ЮМЗ-6Л, МТЗ-5ЛС, МТЗ-5МС и самоходное шасси Т-16М. У тракторов ЮМЗ-6Л, МТЗ-5ЛС, МТЗ-5МС регулируют зазор между упорными болтами и передним нажимным диском муфты сцепления ВОМ. Для этого ввертывают каждый болт (при отпущенной контргайке) до упора в диск, после чего вывертывают его на $1\frac{1}{6}$ оборота, оставив зазор, равный 2 мм, между

упорным болтом и нажимным диском. Этот зазор обеспечивает полное выключение главной муфты сцепления без выключения муфты привода ВОМ при нажатии на педаль до упора в защелку. Чтобы выключить муфту ВОМ, отводят защелку и нажимают на педаль до отказа.

У самоходного шасси Т-16М аналогично регулируют зазор между упорными болтами (при отпущенных контргайках) и упорными штифтами. Величина этого зазора также должна составлять 2 мм.

Тракторы Т-40, Т-40А, Т-40М, Т-40АМ. Проверку и регулировку муфты сцепления ВОМ у этих тракторов выполняют аналогично проверке и регулировке главной муфты сцепления.

У тракторов Д-75 последних выпусков (с зависимым приводом ВОМ), Т-4А, ДТ-75М, Т-74, ДТ-54А, Т-25, Т-25А1 вал отбора мощности при эксплуатации не регулируется.

§ 4. Проверка и регулировка механизмов блокировки коробки передач

Выключают муфту сцепления трактора и, перемещая рычаг коробки, убеждаются в свободном переключении передач или рядов (Т-150, Т-150К).

Если переключение передач или рядов затруднено или невозможно, отсоединяют блокировочную тягу механизма блокировки от механизма управления муфтой сцепления и устанавливают блокировочный валик так, чтобы можно было включить какую-либо передачу или ряд. Затем включают передачу или ряд, выключают муфту сцепления и, регулируя длину тяги, соединяют механизм блокировки с механизмом управления муфтой сцепления.

У трактора Т-150 при полностью выключенной муфте сцепления риска на наружном рычаге блокировочного валика должна совпадать с риской на колонке переключения. У трактора Т-150К при указанной позиции педали направление оси рычага блокировочного валика должно совпадать с направлением оси указателя.

§ 5. Обслуживание гидравлической системы коробки передач и ВОМ тракторов К-700, К-701, Т-150, Т-150К

Необходимо следить за плотностью соединений в гидросистеме, не допуская течи масла, регулярно подтягивать резьбовые соединения, своевременно доливать

в емкости масло. Емкости гидравлической системы следует заправлять чистым, профильтрованным дизельным маслом соответствующей марки.

При работе трактора нужно постоянно следить за давлением масла в гидросистеме, которое должно составлять 0,8...0,9 МПа независимо от частоты вращения коленчатого вала. Если давление ниже 0,7 МПа, следует остановить трактор и устранить дефект.

Важное условие бесперебойной и качественной работы гидросистемы — своевременная очистка и промывка фильтра нагнетающей секции. При загрязненном фильтре масло поступает через перепускной клапан, минуя фильтр, что влечет за собой усиленное изнашивание трущихся сопряжений и преждевременный выход из строя составных частей гидросистемы. При ТО-3 фильтр линии нагнетания разбирают полностью, тщательно очищают, промывают и продувают сжатым воздухом фильтрующие элементы. Одновременно очищают и промывают заливной фильтр и фильтр-заборник; очищают магнит от металлических частиц, заменяют масло в гидросистеме и промывают емкости дизельным топливом.

После установки чистых составных частей на место и заправки емкостей свежим маслом пускают дизель и проверяют все соединения. При обнаружении течи масла ее устраняют тщательной подтяжкой резьбовых соединений. Через 4...5 мин после пуска дизеля проверяют уровень масла и в случае необходимости доливают свежее масло до нормального уровня.

§ 6. Диагностирование зубчатых зацеплений коробки передач по длине зубьев

Относительный износ сопрягаемых зубчатых пар (в процентах от номинальной длины зубьев) определяют с помощью разработанного В. Г. Фоминым устройства КИ-5454 ГОСНИТИ, включающего в себя первичный измерительный преобразователь, блок сравнения (вторичный измерительный прибор) и соединительные шнуры.

Измерительный преобразователь II (рис. 82) служит для формирования электрического сигнала, пропорционального углу поворота рычага переключения передач. Основная составная часть преобразователя — потенцио-

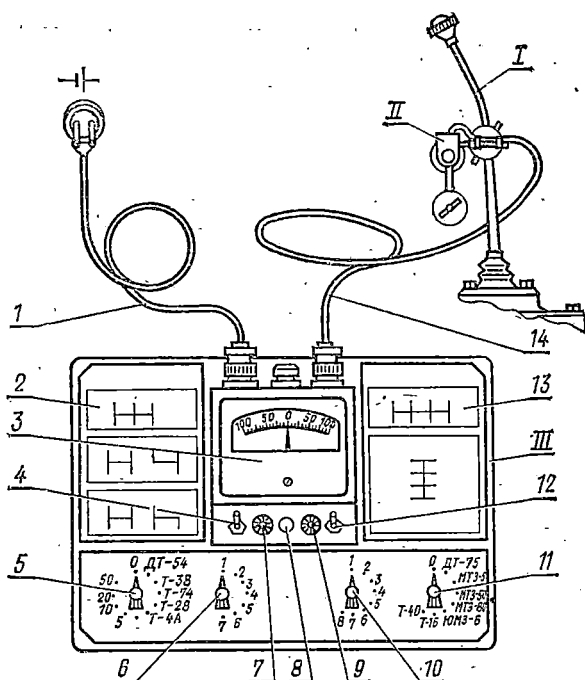


Рис. 82. Схема подключения устройства КИ-5454 ГОСНИТИ при диагностировании зубчатых зацеплений коробок передач:

I — рычаг переключения передач; II — датчик устройства; III — блок сравнения; I — шнур питания; 2 — табличка схем условных обозначений передач тракторов ДТ-54А, Т-38М, Т-74, Т-28Х4, Т-4А; 3 — микроамперметр; 4 — тумблер включения устройства в работу; 5 — переключатель пределов измерения угловых перемещений и марок диагностируемых тракторов; 6 — переключатель диагностируемых передач тракторов, указанных в позиции 2; 7 — ручка «баланс»; 8 — сигнальная лампа включения устройства в работу; 9 — ручка регулировки напряжения питания измерительной схемы; 10 — переключатель диагностируемых передач тракторов ДТ-75, ДТ-75М, «Беларусь», ЮМЗ-6Л, Т-16М, Т-40, Т-40А, Т-40М, Т-40АМ; 11 — переключатель марок диагностируемых тракторов; 12 — тумблер рода работы; 13 — табличка схем условных обозначений передач тракторов, указанных в позиции 10; 14 — соединительный шнур датчика.

метр, который состоит из неподвижного корпуса, жестко закрепляемого на рычаге I переключения передач, и ползуна, соединенных электрически с блоком сравнения III. Благодаря противовесу позиция корпуса при перемещении рычага переключения передач остается неизменной, а ползун поворачивается относительно корпуса на угол, пропорциональный величине перемещения рычага. В результате изменяется сопротивление потенцио-

метра, а следовательно, и величина тока, поступающего в блок сравнения. Последний служит для сравнения величины сопротивления первичного преобразователя с эталонным сопротивлением, находящимся внутри блока, и регистрации измеряемой величины. На лицевой панели блока сравнения расположены все органы управления устройства, обозначены марки диагностируемых тракторов, а также нанесены таблички с условными обозначениями передач. Условные обозначения введены в связи с многообразием схем переключения передач у тракторов различных марок.

Электрическая схема устройства представляет собой измерительный мост на сопротивлениях, составленный из балансировочного потенциометра, расположенного внутри блока сравнения, потенциометра и микроамперметра 3. Мост измерительной схемы калибруют с помощью регулировочных резисторов так, чтобы при повороте ползуна потенциометра на номинальный угол стрелка микроамперметра переместилась на деление 100.

Сопротивление, соответствующее марке трактора и диагностируемой паре шестерен, включают в измерительную цепь с помощью переключателей 5, 6, 10 и 11.

С помощью описанного устройства зубчатые зацепления диагностируют в следующем порядке.

Устанавливают трактор на ровной горизонтальной площадке, останавливают дизель и затормаживают движители. Отключают механизм блокировки коробки передач и устанавливают блокировочный валик в нерабочее положение, обеспечивающее возможность включения передачи при включенной главной муфте сцепления.

Закрепляют измерительный преобразователь на рычаге 1 так, чтобы его консоль располагалась приблизительно горизонтально и перпендикулярно плоскости движения рычага в нейтральном положении.

Убедившись, что тумблер 4 находится в позиции «выкл.», тумблер 12 — в позиции «калибровка», переключатель 5 — в позиции, соответствующей пределу 0...50°, а одноименный переключатель 11 — в нулевой позиции, подключают шнур 14 к блоку сравнения III, а шнур 1 — к блоку сравнения и аккумуляторной батарее или другому источнику питания постоянного тока напряжением 12 В. Пускают дизель и устанавливают максимальную частоту вращения коленчатого вала.

Переводят тумблер 4 в позицию «вкл.» и регулируют напряжение питания ручкой 9 так, чтобы стрелка микроамперметра 3 находилась против деления 100. Устанавливают тумблер 12 в позицию «работа», а ручку 7 — в позицию, при которой стрелка микроамперметра переместится на нулевое деление.

При диагностировании трактора, марка которого обозначена на панели слева, устанавливают переключатель 5 в соответствующую позицию, переключатель 6 — в позицию, соответствующую условному обозначению диагностируемой передачи, переключатель 11 — в нулевую позицию.

В случае диагностирования трактора, марка которого обозначена на панели справа, переключатель 11 устанавливают против обозначения этой марки на панели, переключатель 10 — в позицию, соответствующую условному обозначению диагностируемой передачи, переключатель 5 — в нулевую позицию.

Выключают главную муфту сцепления, включают диагностируемую передачу и, удерживая рычаг I во включенной позиции, добиваются такой позиции ручки 7, при которой стрелка микроамперметра установится против деления 100.

Выключают диагностируемую передачу, включают муфту и плавно перемещают рычаг I в сторону включения диагностируемой передачи до начала соприкосновения зубьев шестерен торцами, что определяется по легкой вибрации рычага и шуму соприкасающихся зубьев. Не меняя позиции рычага, находят (по показанию микроамперметра) величину относительного износа зубьев по длине.

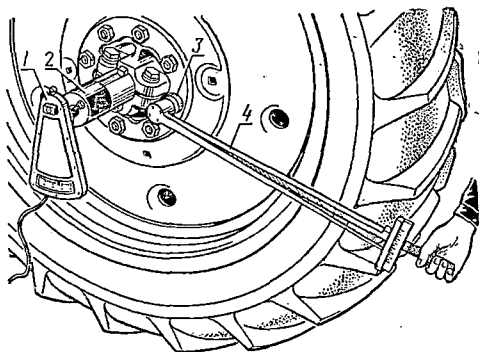
Аналогично определяют износ остальных шестерен непостоянного зацепления.

§ 7. Определение суммарного бокового зазора в механизмах силовой передачи

Суммарный боковой зазор в кинематической цепи силовой передачи определяют с помощью люфтомера КИ-4813 ГОСНИТИ, включающего указатель I (рис. 83), динамометрический рычаг 4 с набором сменных головок 3 для прокручивания ведущих колес трактора и электромагнит 2. Указатель состоит из корпуса со шкалой и стрелки, посаженной в центрах. Электромагнит

Рис. 83. Проверка суммарного бокового зазора в механизмах силовой передачи колесного трактора с помощью люфтомера КИ-4813 ГОСНИТИ:

1 — указатель; 2 — электромагнит; 3 — сменная головка; 4 — динамометрический рычаг.



служит для установки указателя на ведущем колесе гусеничного трактора или полуоси колесного трактора.

Взамен люфтомера КИ-4813 ГОСНИТИ разработано более простое устройство — угломер КИ-13909 ГОСНИТИ, который состоит из корпуса с магнитами для крепления угломера на ведущем колесе трактора, жидкостной ампулы с пузырьком воздуха и шкалы.

Суммарный зазор проверяют в такой последовательности. Разъединяют гусеничные полотна у гусеничного трактора или поддомкрачивают одно из ведущих колес у колесного трактора. Стопорят коленчатый вал. Закрепляют на ведущем колесе или полуоси люфтомер КИ-4813 или угломер КИ-13909.

Сначала определяют суммарный зазор всей кинематической цепи на каждой передаче. Для этого, включив передачу, выбирают зазор в одну сторону, а затем, установив стрелку указателя на нуль (поворотом корпуса), выбирают зазор в другую сторону и записывают показание указателя. Определяют зазор в каждой конечной передаче. Для этого при прокрутке ведущего колеса затормаживают противоположную конечную передачу, обеспечив тем самым поворот только шестерен проверяемой конечной передачи.

Максимальный момент прокрутки колеса (при полностью выбранном суммарном зазоре) должен быть равен 100...120 Н·м.

Если суммарный зазор достиг предельного значения хотя бы на одной из передач, вскрывают коробку передач и задний мост, осматривают шестерни, измеряют износ зубьев шестерен и осевой зазор подшипников.

§ 8. Проверка износа коробки передач, главной передачи и дифференциала

Проверку зубьев шестерен, шлицев валов коробки передач и вилок переключения передач ведут в таком порядке. Прокручивая вручную валы силовой передачи, осматривают шестерни. При обнаружении поломки зубьев шестерен более чем на $\frac{1}{3}$ длины зуба или выкрашивания рабочей поверхности зуба общей площадью более 25% шестерни бракуют.

Штангенциркулем проверяют длину головок зубьев шестерен непостоянного зацепления коробки передач. При укорочении головок зубьев за счет торцового износа более чем на 30% шестерню бракуют.

Зубомером или нормалеммером измеряют толщину зубьев и неравномерность их износа по толщине у шестерен, доступных для измерения без разборки коробки передач. Неравномерность износа зубьев по толщине («на конус») проверяют у шестерен непостоянного зацепления.

Ширину шлицев валов коробки передач определяют в местах расположения подвижных шес-



Рис. 84. Приспособление КИ-4850 ГОСНИТИ для проверки зазоров в подшипниках:

1 — шток; 2 — индикатор; 3 — штатив; 4 — стойка; 5 — электромагнит.

терен. Ширину прямоугольных шлицев измеряют штангенциркулем, а ширину эвольвентных — зубомером.

Об износе вилок переключения передач судят по величине зазора в сопряжении вилка — шестерня, измеряемого щупом. Номинальный зазор равен 0,2...0,6 мм, предельный — 1,6 мм.

Боковой зазор между зубьями конических шестерен для компенсации износа зубьев в эксплуатации не регулируют, так как нормальный контакт зубьев получается при одном взаимном положении, когда образующие начальных конусов совпадают. Если указанный зазор достиг 2,5 мм, шестерни заменяют.

Осевой зазор в подшипниках измеряют при помощи приспособления КИ-4850 ГОСНИТИ. Оно состоит из индикатора 2 часового типа (рис. 84), штока 1, штатива 3 и стойки 4 с электромагнитом 5. Электромагнит подключают к сети и устанавливают на раму или корпусную деталь трактора. Шток, связанный с ножкой индикатора, подводят так, чтобы он упирался в вал, ось или корпус подшипника. Перемещая вал или ось из одного крайнего положения в другое, фиксируют индикатором величину зазора.

Шариковые подшипники силовой передачи тракторов и самоходных шасси подлежат замене при осевом зазоре валов, превышающем 0,5 мм. При большем зазоре нарушается нормальная работа зубчатых зацеплений, влекущая за собой быстрое изнашивание и разрушение зубьев шестерен. Роликовые конические подшипники коробки передач и главной передачи, пригодные к работе, регулируют при зазоре, превышающем 0,3 мм.

Чтобы проверить осевой зазор в подшипниках ведущей шестерни главной передачи ведущих мостов тракторов К-700, К-701 и Т-150К, а также переднего ведущего моста тракторов МТЗ-82, МТЗ-82Л, МТЗ-52, МТЗ-52Л, Т-40А и Т-40АМ, отсоединяют от фланца стакана ведущей шестерни конец карданного вала (у тракторов Т-40А, Т-40АМ отсоединяют торсионный вал от вала ведущей шестерни и вала раздаточной коробки). Устанавливают приспособление КИ-4850 и упирают шток в торец хвостовика ведущей шестерни. Перемещая ломиком шестерню в осевом направлении, по показанию индикатора определяют зазор в подшипниках. При необходимости у тракторов К-700 и К-701 заменяют конический-двухрядный подшипник, у тракторов Т-150К,

МТЗ-82, МТЗ-82Л, МТЗ-52 и МТЗ-52Л регулируют конические роликоподшипники, у тракторов Т-40А и Т-40АМ заменяют оба шариковых подшипника.

Осевой зазор в подшипниках дифференциала ведущих мостов тракторов К-700, К-701 и Т-150К, а также передних ведущих мостов тракторов МТЗ-82, МТЗ-82Л, МТЗ-52, МТЗ-52Л, Т-40А и Т-40АМ проверяют при снятой ведущей шестерне главной передачи в сборе со стаканом. Для этого упирают шток приспособления в венцы ведомой шестерни главной передачи и, перемещая лопиком корпус дифференциала в осевом направлении, фиксируют показание индикатора.

У тракторов К-700 и К-701 при осевом перемещении корпуса дифференциала, превышающем 0,3 мм, заменяют двухрядный конический роликоподшипник. У тракторов МТЗ-82, МТЗ-82Л, МТЗ-52 и МТЗ-52Л в этом случае регулируют конические роликоподшипники дифференциала. У тракторов Т-40А и Т-40АМ при осевом перемещении дифференциала, превышающем 0,5 мм, заменяют шариковые подшипники.

§ 9. Регулировка подшипников главной передачи и дифференциала

Подшипники ведущих шестерен главных передач тракторов Т-150 и Т-150К. Отсоединив карданный вал, вынимают стакан с подшипниками. В случае заметного зазора измеряют его с помощью приспособления КИ-4850. Затем вынимают прокладки толщиной, равной величине измеренного зазора плюс 0,02...0,05 мм (на натяг), и, собрав стакан, проверяют затяжку подшипников по крутящему моменту, который должен составлять 0,6...1,4 Н·м.

Подшипники вторичного вала коробки передач тракторов Т-70С, Т-54В, МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л, МТЗ-50, МТЗ-50Л, МТЗ-52, МТЗ-52Л, МТЗ-50ПЛ. Разъединяют коробку передач и задний мост. Снимают коническую шестерню со вторичного вала, выпрессовывают стакан с подшипниками на нужную величину и вводят под его фланец требуемое количество регулировочных прокладок. Закрепляют стакан и убеждаются в правильности регулировки подшипников: усилие, необходимое для прокручивания вторичного вала, должно быть равно 70...80 Н на плече 100 мм.

У тракторов МТЗ-82, МТЗ-82Л, МТЗ-52, МТЗ-52Л одновременно с подшипниками вторичного вала регулируют подшипники промежуточной шестерни раздаточной коробки путем затяжки корончатой гайки до устранения зазора, если он превышает 0,15 мм.

Подшипники ведущей шестерни главной передачи и дифференциала переднего моста тракторов МТЗ-82, МТЗ-82Л, МТЗ-52, МТЗ-52Л. Сняв шестерню в сборе со стаканом, зажимают его в тиски и измеряют зазор в подшипниках, перемещая шестерню рукой. В случае заметного зазора вынимают одно из колец и шлифуют его на величину зазора в подшипниках плюс 0,02...0,05 мм (на натяг).

Затяжку подшипников шестерни проверяют динамометром, закрепив стакан в тисках и зацепив крючок динамометра за ушко фланца кардана. Стрелка динамометра должна показывать усилие, равное 30...70 Н.

Подшипники дифференциала регулируют с помощью разрезных прокладок, которые находятся между фланцами крышки и корпуса, обеспечивая осевой зазор 0,05...0,10 мм.

Подшипники ведущей шестерни главной передачи и дифференциала переднего моста тракторов Т-40А, Т-40АМ. Проверяют осевой зазор в подшипниках с помощью приспособления КИ-4850. Если он превышает 0,3 мм, заменяют шариковые подшипники. У трактора Т-40А регулируют конические роликовые подшипники ведущей шестерни.

Подшипники вала ведомой шестерни главной передачи (дифференциала) тракторов Т-130, Т-100М, Т-54В, Т-70С, МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л, МТЗ-50, МТЗ-50Л, МТЗ-52, МТЗ-52Л, МТЗ-50ПЛ. Осевой зазор регулируют с помощью прокладок, помещенных под стаканом подшипника, который расположен с тыльной стороны ведомой шестерни. Добиваются тугого вращения вала, т. е. невозможности прокручивания его рукой при затянутых стаканах. Затем добавляют прокладки общей толщиной 0,2 мм и окончательно закрепляют стаканы.

Чтобы сохранить боковой зазор в зацеплении приработавшихся шестерен главной передачи и обеспечить совпадение вершин образующих конусов, толщину набора прокладок под корпусом подшипника, находящегося со стороны зубьев ведомой шестерни, изменять не рекомендуется.

§ 10. Проверка и регулировка подшипников конечных передач

Тракторы К-700, К-701, Т-150, Т-150К. У тракторов К-700, К-701 и Т-150К поднимают колесо проверяемого редуктора домкратом или другим подъемным устройством до отрыва колеса от пола; у трактора Т-150 снимают с ведущего колеса гусеницу. Закрепив около колеса приспособление КИ-4850, упирают шток приспособления в торец колеса. Перемещая колесо в осевом направлении, фиксируют показание индикатора.

Если осевое перемещение колеса у тракторов К-700 и К-701 превышает 0,5 мм, необходимо заменить шариковые подшипники колесного редуктора. У тракторов Т-150 и Т-150К при осевом перемещении ведущего колеса, превышающем 0,3 мм, устраняют зазор в конических роликоподшипниках с помощью регулировочной гайки при снятой солнечной шестерне с полуосью.

Тракторы Т-4А, Т-100М. Снимают с ведущего колеса гусеницу. Установив индикатор по центру ведущего колеса и перемещая колесо в осевом направлении, определяют величину зазора в подшипниках ведомой шестерни конечной передачи. Если перемещение колеса превышает 0,5 мм, регулируют подшипники при помощи регулировочной гайки, обеспечив зазор, равный 0,15...0,20 мм.

Тракторы Т-74, ДТ-54А. Осевой зазор в подшипниках осей ведомых шестерен конечных передач проверяют с помощью приспособления КИ-4943. Оно состоит из стальной чашки и двух болтов. С противоположной (пустотелой) стороны чашка имеет три прорези для ввода щупа, расположенные по отношению друг к другу под углом 120°.

Чтобы измерить зазор, снимают колпак ведущего колеса, вывертывают два болта, надевают на прижимную шайбу чашку приспособления и ввертывают болты приспособления до отказа в свободные отверстия оси ведомой шестерни. Через прорези чашки в трех местах измеряют щупом зазор между торцами прижимной шайбы и внутренней обоймы подшипника. Номинальный зазор равен 0,15...0,20 мм. Если величина зазора превышает 0,5 мм, подшипники регулируют при помощи регулировочных прокладок.

Тракторы МТЗ-82, МТЗ-82Л, МТЗ-52 и МТЗ-52Л. Проверяют и, если необходимо, регулируют зазор в подшипниках полуоси и вертикального вала, а также в подшипниках ступицы ведомой шестерни нижней конической пары каждого колесного редуктора переднего ведущего моста. Зазор в подшипниках полуоси и вертикального вала проверяют, уперев шток приспособления КИ-4850 в торец соответствующей конической шестерни при снятой крышке и перемещая полуось или вал в осевом направлении. Зазор в подшипниках ступицы ведомой шестерни измеряют, уперев шток приспособления в торец приподнятого колеса трактора и перемещая колесо в осевом направлении.

Если осевое перемещение полуоси, вертикального вала или колеса превышает 0,3 мм, проводят соответствующие регулировки в таком порядке.

У тракторов МТЗ-82 и МТЗ-82Л зазор в подшипниках полуоси и вертикального вала уменьшают путем затяжки гаек крепления подшипников, а зазор в подшипниках ступицы ведомой шестерни нижней конической пары — шлифовкой торца одного из регулировочных колец, установленных между внутренними обоймами подшипников.

У тракторов МТЗ-52 и МТЗ-52Л осевой зазор в подшипниках полуоси и вертикального вала уменьшают шлифовкой дистанционных втулок, находящихся между внутренними обоймами подшипника, а в подшипниках ступицы ведомой шестерни нижней конической пары — при помощи регулировочной гайки. Номинальный зазор в указанных подшипниках равен 0,05...0,15 мм.

Тракторы Т-40А, Т-40АМ. Измеряют осевой зазор в подшипниках ведущей шестерни колесного редуктора переднего ведущего моста, подведя индикатор к торцу вилки соответствующей ведущей шестерни и перемещая вилку в осевом направлении. Если осевое перемещение вилки превышает 0,3 мм, его устраняют путем удаления регулировочных прокладок соответствующей толщины.

Осевой зазор в шарикоподшипниках ведомой шестерни колесного редуктора измеряют, подведя шток приспособления к торцу соответствующего переднего колеса и перемещая колесо в осевом направлении в приподнятом состоянии. Если осевое перемещение колеса превышает 0,5 мм, подшипники заменяют.

Тракторы Т-25, Т-25А1, самоходное шасси Т-16М. Поднимают поочередно ведущие колеса до отрыва их от опоры. Снимают колесо с трактора и, перемещая диск в осевом направлении, измеряют индикатором зазор в подшипниках конечной передачи. Если зазор превышает 0,5 мм, его уменьшают до 0,1...0,2 мм с помощью разрезных регулировочных прокладок.

Контрольные вопросы

1. По каким параметрам оценивают состояние механизмов силовой передачи и как они изменяются в процессе работы?

2. Укажите порядок диагностирования главной муфты сцепления по усилию на органе выключения в момент трогания трактора.

3. Как проверить и отрегулировать механизм управления постоянно замкнутой муфтой сцепления?

4. В какой последовательности проверяют и регулируют механизмы привода ВОМ тракторов МТЗ-80, МТЗ-82?

5. Какие работы выполняют при техническом обслуживании гидросистемы коробки передач и ВОМ тракторов К-700, К-701, Т-150, Т-150К?

6. Расскажите об устройстве и принципе действия прибора КИ-5454 ГОСНИТИ для диагностирования зубчатых зацеплений коробки передач по длине зубьев.

7. Каков порядок диагностирования зубчатых зацеплений с помощью прибора КИ-5454 ГОСНИТИ?

8. В какой последовательности проверяют суммарный боковой зазор в механизмах силовой передачи с помощью люфтомера КИ-4813 ГОСНИТИ или угломера КИ-13909 ГОСНИТИ?

9. Укажите порядок проверки износного состояния составных частей коробки передач, главной передачи и дифференциала после вскрытия коробки и заднего моста.

10. Как проверить и отрегулировать подшипники колесных редукторов у тракторов К-700, К-701, К-150, Т-150К с помощью приспособления КИ-4850 ГОСНИТИ?

11. Каков порядок проверки и регулировки подшипников колесных редукторов (конечных передач) переднего ведущего моста тракторов МТЗ-82, МТЗ-82Л с помощью приспособления КИ-4850 ГОСНИТИ?

Глава IX

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И РЕГУЛИРОВКА ХОДОВОЙ СИСТЕМЫ ТРАКТОРА

§ 1. Параметры состояния ходовой системы

Ходовая система трактора при работе, кроме больших ударных нагрузок и частых перегрузок, постоянно подвергается воздействию пыли, грязи и влаги. Это со-

проводится усиленным изнашиванием ее составных частей. Затраты на ремонт и техническое обслуживание ходовой системы значительны; так, у гусеничных тракторов они составляют 35...45% общих затрат по трактору.

Наибольшему износу у гусеничных тракторов подвержены проушины и пальцы гусениц, особенно при работе на песчаных почвах. По мере изнашивания гусеничных цепей увеличивается их шаг, в результате возникают чрезмерные нагрузки на звеньях гусениц и зубьях ведущих колес, влекущие за собой усиленное изнашивание указанных сопряжений. Кроме того, при чрезмерном износе гусеничных звеньев вследствие несоответствия их шага шагу зубьев ведущих колес гусеницы соскакивают при поворотах трактора.

Чтобы увеличить срок службы гусеничных цепей до предельного износа звеньев, при первоначальном предельном шаге необходимо заменять пальцы.

При выполнении некоторых полевых работ, например пахотных, правая и левая гусеничные цепи изнашиваются неодинаково. Чтобы продлить срок службы гусениц, рекомендуется менять их местами вместе с ведущими колесами.

Износ и шаг звеньев гусеничных цепей можно определить по суммарной длине нескольких звеньев в натянутом состоянии. Износное состояние зубьев ведущих колес проверяют специальными шаблонами.

Один из основных параметров состояния ходовой системы гусеничного трактора — предварительное натяжение гусеничных цепей, которое существенно влияет на потери мощности при передвижении трактора и на интенсивность изнашивания гусеничных движителей. При неправильном натяжении гусениц затраты эффективной мощности дизеля на передвижение трактора увеличиваются на 7...9% (в зависимости от скорости движения). Поэтому следует своевременно проверять и, если необходимо, регулировать натяжение гусеничных цепей.

В ходовых системах гусеничных тракторов имеется большое число подшипниковых сопряжений. При прямолинейном движении трактора на каждый из двух подшипников одной составной части воздействует только вертикальная нагрузка. В случае поворотов внутренние и наружные ободы подшипников перекашиваются, нару-

шается нормальный контакт роликов или шариков с обоймами подшипников. По этой причине при увеличенных зазорах в подшипниках происходит усталостное разрушение рабочих поверхностей обойм, роликов и шариков. Кроме того, увеличение зазоров в подшипниковых узлах и износ сальниковых уплотнений способствуют резкому возрастанию интенсивности абразивного изнашивания подшипников. Поэтому необходимо своевременно проверять зазоры и при необходимости регулировать конические роликовые подшипники или заменять предельно изношенные подшипники других типов.

Важный параметр технического состояния ходовой системы колесного трактора — давление воздуха в шинах.

Работа трактора при пониженном давлении повышает затраты мощности на перекачивание колес, увеличивает трение внутренних слоев каркаса покрышки, что приводит к ее перегреву и расслоению. При этом в 1,5...2 раза снижается срок службы покрышки вследствие преждевременного износа протектора. Высокое давление в шинах ведущих колес вызывает их буксование, в результате чего снижается производительность тракторных агрегатов и возрастает интенсивность изнашивания покрышек. При любом отклонении давления в шинах от номинального значения ухудшается управляемость трактора.

Если колесный трактор используют на пахотных работах, правые колеса, как правило, движутся по борозде, по этой причине покрышки правых и левых колес изнашиваются неодинаково. Различный износ покрышек (почвозацепов) обычно определяют внешним осмотром и в случае необходимости их меняют местами, не нарушая нормального направления вращения, показанного стрелкой.

Срок службы покрышек передних колес во многом зависит от величины их сходимости. Неправильная сходимость колес наряду с ускоренным изнашиванием покрышек ухудшает управляемость трактором. Сходимость передних колес следует проверять и регулировать после каждого изменения колес трактора в соответствии с видами выполняемых работ.

§ 2. Проверка состояния направляющих колес, опорных катков, поддерживающих роликов, амортизаторов и натяжных устройств гусеничных тракторов

Осматривают ходовую систему и предварительно оценивают состояние ее составных частей. При этом проверяют, нет ли трещин, сколов, поломок или одностороннего износа ободьев колес, катков и роликов; не погнуты ли винты натяжных устройств; нет ли забоин резьбы; не поломаны ли пружины. Течь масла из полостей указывает на нарушение герметичности уплотнений подшипников или гидроамортизаторов (Т-150). Неработоспособные составные части заменяют.

Определяют с помощью штангенциркуля износ натяжных колес, опорных и поддерживающих катков и роликов.

Чтобы обеспечить безотказную работу ходовой системы до следующего контроля, заменяют составные части, износ которых превышает допускаемые значения.

Разрешается оставлять для работы в течение периода напряженных работ опорные катки, износ которых превышает допускаемый, если разница диаметров этих катков не превышает 4 мм.

На тракторе Т-4А измеряют щупом величину зазора между наружными боковыми поверхностями опорных планок и охватывающими их поверхностями направляющих опор натяжного колеса. Величина этого зазора должна составлять 0,5...1,5 мм с каждой стороны охвата. Если зазор хотя бы с одной стороны больше 1,5 мм, необходимо отрегулировать подшипники натяжных колес и направляющие опоры.

На тракторах Т-150, ДТ-75, ДТ-75М, Т-74, ДТ-54А определяют износ коленчатой оси и втулок; допускается увеличение зазора между ними до 2,5 мм.

§ 3. Проверка и регулировка зазоров в сопряжениях ходовой системы гусеничных тракторов

Тракторы Т-4А, Т-130, Т-100М, Т-70С, Т-54В. Зазоры в сопряжениях ходовой системы перечисленных тракторов контролируют с помощью приспособления КИ-4850 ГОСНИТИ. Проверку и регулировку ведут в следующем порядке.

Проверяют осевое перемещение натяжных колес и поддерживающих роликов. Для этого закрепляют приспособление на неподвижной части (раме) трактора. Устанавливают индикатор так, чтобы конец штока приспособления упирался в защитный колпачок (масленку), а ось совпадала с осью колеса или поддерживающего ролика. Перемещая колесо или ролик в осевом направлении, определяют зазор.

Если перемещение колеса (ролика) превышает допускаемое значение, заменяют изношенные детали или регулируют зазор и перемещение в следующем порядке.

У трактора Т-4А подшипники поддерживающих роликов регулируют регулировочной гайкой, а осевое перемещение натяжных колес — прокладками. При помощи прокладок регулируют осевой зазор в подшипниках натяжных колес и поддерживающих роликов у тракторов Т-54В, Т-70С.

Проверяют осевой зазор в подшипниках опорных катков. Для этого приподнимают одну сторону трактора настолько, чтобы опорные поверхности не касались гусеницы. Затем закрепляют приспособление КИ-4850 и измеряют осевое перемещение каждого катка. Затем проводят аналогичные измерения на другой стороне трактора. Зазоры регулируют с помощью прокладок.

У тракторов Т-70С и Т-54В, кроме того, проверяют и, если необходимо, регулируют с помощью регулировочных прокладок осевое перемещение и положение рычагов подвесок.

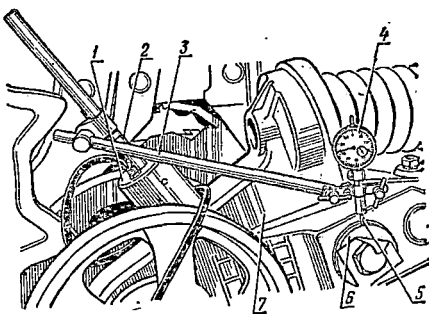
Тракторы Т-150, ДТ-75, ДТ-75М, Т-74, ДТ-54А. Осевой зазор в подшипниках опорных катков, осевое перемещение балансирной каретки на цапфе и радиальный зазор в сопряжении цапфа — втулки балансира проверяют с помощью приспособления КИ-4850. Зазор в сопряжении ось качания — втулки балансира каретки измеряют щупами с набором круглых калибров, диаметры которых равны или близки к допускаемым значениям зазоров.

Зазоры проверяют и регулируют в следующем порядке.

Проверяют радиальный зазор между втулками балансира и цапфой каретки (рис. 85). Для этого, включив в сеть электромагнит 1, закрепляют его на внешнем балансира 7 контролируемой каретки, а шток 5 приспособ-

Рис. 85. Проверка радиального зазора между втулками балансира и цапфой каретки трактора Т-74 с помощью приспособления КИ-4850 ГОСНИТИ:

1 — электромагнит; 2 — стойка; 3 — штатив; 4 — индикатор; 5 — шток; 6 — упорная шайба; 7 — балансир.



собления устанавливают на цилиндрическую поверхность упорной шайбы 6 в точке вертикального диаметра, предварительно сняв защитную крышку у тракторов Т-150, ДТ-75 и ДТ-75М. Совмещают нуль шкалы индикатора 4 со стрелкой и плавно поднимают домкратом контролируемую сторону трактора до момента останковки стрелки индикатора, по показанию которого определяют величину зазора.

Проверяют осевое перемещение каретки. Для этого поднимают контролируемую сторону трактора до полного отрыва катков каретки от гусеницы. Устанавливают головку индикатора так, чтобы шток приспособления упирался в торец цапфы (ДТ-75, ДТ-75М) или в головку болта крепления упорной шайбы (Т-74, ДТ-54А), и, смещая ломиком каретку сначала в одну, а затем в другую сторону до отказа, фиксируют по показанию индикатора величину ее осевого перемещения.

Определяют круглыми калибрами и шупами, не превышает ли зазор в сопряжении ось качания — втулки балансира допускаемое значение (у ДТ-75, ДТ-75М, Т-74, ДТ-54А). Величина зазора определяется как сумма диаметра проволоочного калибра и толщины шупов.

Проверяют осевой зазор в подшипниках опорных катков. Для этого устанавливают головку индикатора так, чтобы шток приспособления упирался в торец оси опорных катков того балансира, на котором закреплено приспособление. Перемещая ломиком катки с осью, по показанию индикатора определяют величину зазора.

Проверяют зазоры в сопряжениях второй каретки, для чего закрепляют приспособление КИ-4850 на внешнем балансира этой каретки и определяют величину ее осевого перемещения на цапфе. Затем круглыми калиб-

рами проверяют, не превышает ли зазор в сопряжении ось качания — втулки балансира допусковое значение. После этого проверяют осевой зазор в подшипниках опорных катков в соответствии с приведенными выше указаниями.

Определяют радиальный зазор в сопряжении цапфа — втулки балансира, как это делалось в предыдущем случае, но при плавном опускании поднятой стороны трактора. Для этого предварительно опускают трактор до начала соприкосновения всех опорных катков с гусеницей, после чего шток приспособления устанавливают на обод упорной шайбы каретки так, чтобы стрелка индикатора сделала 6...7 оборотов. Затем плавно опускают трактор до момента остановки стрелки индикатора, по показанию которого определяют величину зазора.

Аналогично проверяют зазоры в сопряжениях кареток подвески на другой стороне трактора.

Проверяют осевые зазоры в подшипниках поддерживающих роликов. Для этого закрепляют приспособление КИ-4850 на раме трактора вблизи проверяемого поддерживающего ролика, а шток приспособления подводят к торцу поддерживающего ролика. Перемещая ролик при помощи ломика в осевом направлении в обе стороны до отказа, по показанию индикатора определяют величину зазора. Если результаты измерений превышают допускаемые значения, заменяют изношенные детали или проводят соответствующие регулировки.

Проверка осевого зазора в подшипниках направляющих колес тракторов Т-150, ДТ-75, ДТ-75М, Т-74, ДТ-54А затруднена вследствие необходимости стопорения коленчатой оси, которая во время проверки может перемещаться на величину осевого зазора в месте ее крепления. Трудоемкость регулировки зазоров в подшипниках направляющих колес незначительна, поэтому ее выполняют в соответствии с правилами обслуживания тракторов без предварительной проверки, т. е. принудительно.

В ходовой системе тракторов Т-150, ДТ-75, ДТ-75М, Т-74, ДТ-54А при необходимости регулируют зазоры в подшипниках опорных катков и натяжных колес, осевое перемещение кареток (кроме трактора Т-150) в следующем порядке.

Осевой зазор в подшипниках опорных катков уменьшают путем удаления регулировочных прокладок необходимой толщины из-под корпусов уплотнений.

Осевое перемещение каретки на цапфе устраняют путем уменьшения зазора между упорной шайбой и крышкой цапфы (у ДТ-75, ДТ-75М) или между втулкой цапфы и упорной шайбой (у Т-74, ДТ-54А).

Зазор в подшипниках натяжного колеса регулируют регулировочной гайкой, завинтив ее до резкого возрастания сопротивления прокручиванию колеса, а затем отвинтив на $\frac{1}{6}$... $\frac{1}{5}$ оборота.

§ 4. Определение износа гусеничных цепей и ведущих колес

Износ гусеничных цепей определяют при помощи устройства КИ-8913Б ГОСНИТИ.

Чтобы определить износ гусеничной цепи, закрепляют левый корпус 1 (рис. 86) устройства на одном из звеньев ее верхней ветви против пальца с левой стороны.

Нажав на рычаг 3 стопора, отводят правый корпус 2 с рулеткой 4 вправо и закрепляют на гусеничном звене против одиннадцатого пальца, считая первым палец, находящийся против левого корпуса. Затем трактор подают назад до момента полного натяжения верхней ветви гусеничной цепи. При этом лента разматывается на величину, соответствующую длине десяти звеньев цепи, а стопор зафиксировывает ее в этом положении. Результат измерения отсчитывают на выходе ленты из правого корпуса.

При отсутствии устройства КИ-8913 износ гусеничных цепей определяют с помощью рулетки. Для этого включают заднюю передачу и в момент трогания затормаживают трактор, чтобы верхние ветви гусениц остались натянутыми, и измеряют рулеткой расстояние между крайними пальцами звеньев по верхней ветви.

Если износ десяти звеньев гусеницы превышает 25% предельного износа, а разница по обеим гусеницам трактора превышает 10 мм, то их следует поменять местами. Если же износ превышает 60% и пальцы гусениц ранее не заменяли, следует заменить пальцы и поменять местами ведущие колеса для работы неизношенной стороной.

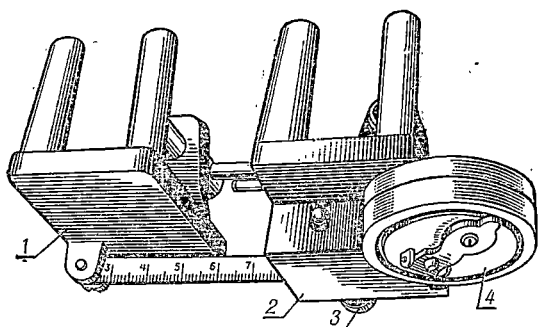


Рис. 86. Устройство КИ-8913Б ГОСНИТИ для определения износа гусеничной цепи:

1 — левый корпус; 2 — правый корпус; 3 — рычаг стопора; 4 — рулетка.

Если пальцы ранее заменяли, а длина десяти звеньев оказалась предельной, гусеницы необходимо заменить на новые или восстановленные (при предельном износе гусеницы цевка выходящего из зацепления с колесом звена упирается в тыльную сторону зуба). Если длина десяти звеньев меньше предельной, а при движении трактора цевка выходящего из зацепления с колесом звена гусеницы упирается в тыльную сторону зуба, то это свидетельствует о чрезмерном износе впадин зубьев ведущих колес и необходимости их замены.

§ 5. Проверка и регулировка натяжения гусеничных цепей

Натяжение гусеничных цепей проверяют по величине провисания звеньев верхней ветви с помощью приспособления КИ-13903 ГОСНИТИ.

Чтобы измерить натяжение (провисание) гусеничной цепи, зацепляют крючок 1 (рис. 87) измерителя за проушину гусеничного звена, расположенного над опорным роликом, и натягивают шнур 2 за ручку, обеспечив надежное прилегание его к выступающим почвозацепам над опорными роликами.

Затем устанавливают указатель 3 над почвозацепами наиболее провисшего звена гусеничной цепи и, поворачивая его относительно шнура, определяют необходимость натяжения или ослабления гусеничной цепи.

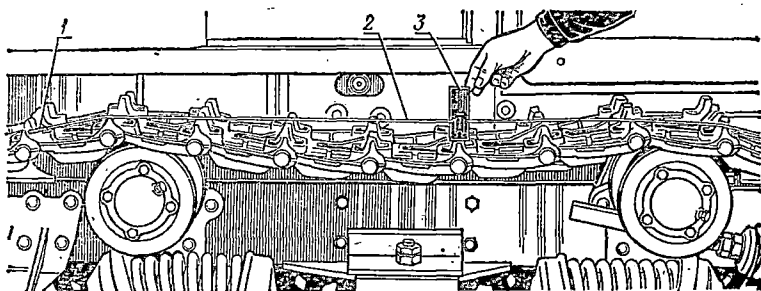


Рис. 87. Проверка натяжения гусеничной цепи с помощью приспособления КИ-13903 ГОСНИТИ:

1 — крючок; 2 — шнур; 3 — указатель.

Устройство работает по принципу жесткого калибра. В случае просвета между большим плечом указателя и почвозацепом гусеничную цепь необходимо натянуть. Если же почвозацеп препятствует повороту малого плеча указателя, то гусеничную цепь ослабляют.

Провисание гусеничной цепи можно также проверить, используя масштабную линейку и рейку.

Если величина провисания гусениц превышает допускаемое значение, необходимо натянуть их с помощью гидравлического механизма натяжения (у тракторов Т-150 и Т-130); регулировочным винтом (у тракторов Т-4А, Т-100М); с помощью гайки натяжного винта (у тракторов ДТ-75, ДТ-75М, Т-74, ДТ-54А); с помощью корпуса амортизатора (у тракторов Т-70С и Т-54В).

§ 6. Проверка давления в пневматических шинах и накачивание их воздухом

Давление в шинах проверяют шинным манометром МД-214 (ГОСТ 9921—68) с пределами измерения 0,04... 0,3 МПа или устройством НИИАТ-458 (рис. 88).

Это устройство служит также для выпуска воздуха из шин, подкачки воздуха в шины и снижения давления в шинах. Оно состоит из корпуса 6 с вмонтированными в него нижним и верхним клапанами, а также клапаном для предохранения манометра от порчи. Верхний клапан имеет кнопку 5 для управления клапанами с помощью скобы 4. Воздух в устройство подается через

ниппель 7, два фильтра и обратный клапан. Для измерения давления служит манометр 3, на который надет резиновый чехол. Воздух в шину подается по воздухораздаточному шлангу, к которому присоединена трубка 1 с наконечником 2.

Чтобы накачать шину, надевают наконечник 2 на ниппель камеры, отвинтив защитный колпак. Затем, удерживая наконечник за трубку 1 левой рукой, большим пальцем правой руки нажимают на скобу 4, переместив кнопку 5 вниз до отказа. При таком положении нижний клапан будет открыт, а верхний закрыт, благодаря чему воздух из воздушной магистрали начнет поступать в камеру.

Чтобы проверить давление в шине, необходимо сбросить скобу 4 с кнопки 5. В этот момент нижний клапан под давлением пружины и воздуха перекроет доступ из воздушной магистрали, а верхний клапан под давлением пружины переместится в верхнюю позицию, благодаря чему воздух из камеры начнет поступать в манометр, показание которого можно зафиксировать, нажав на скобу 4.

Для снижения давления в шине следует слегка нажать на кнопку 5. При такой позиции кнопки верхний клапан откроет проход воздуха через отверстие в гайке в атмосферу.

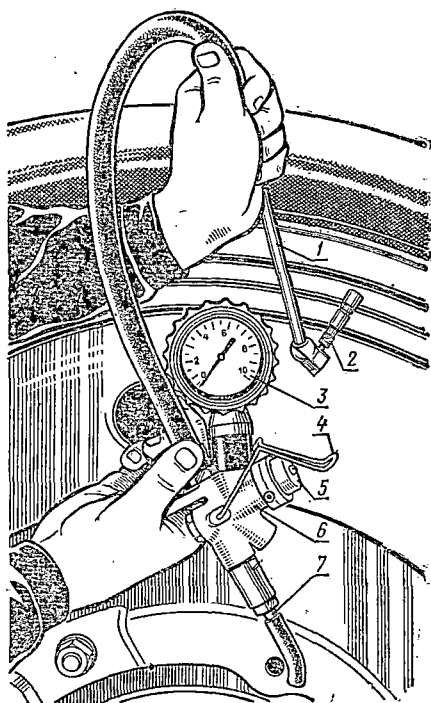


Рис. 88. Измерение давления в шине с помощью устройства НИИАТ-458: 1 — трубка; 2 — наконечник; 3 — манометр; 4 — скоба; 5 — кнопка; 6 — корпус; 7 — ниппель.

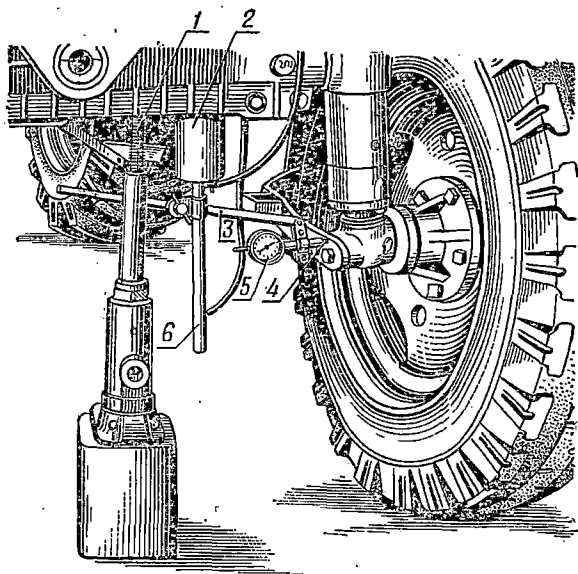


Рис. 89. Проверка радиального зазора в сопряжении поворотная цапфа — втулка с помощью приспособления КИ-4850 ГОСНИТИ:
1 — домкрат; 2 — электромагнит; 3 — штатив; 4 — шток; 5 — индикатор; 6 — стойка.

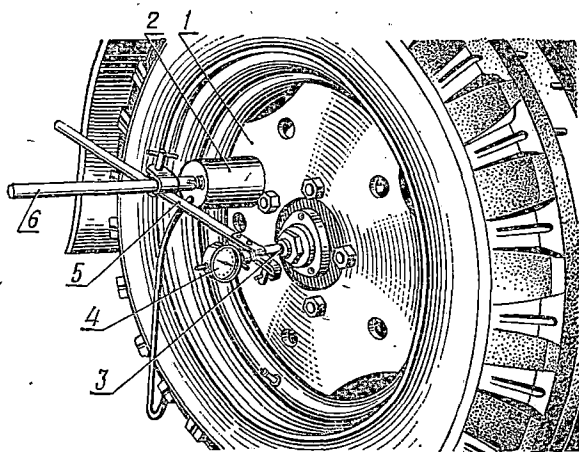


Рис. 90. Проверка осевого зазора в подшипниках переднего колеса с помощью приспособления КИ-4850 ГОСНИТИ:
1 — диск колеса; 2 — электромагнит; 3 — шток; 4 — индикатор; 5 — штатив; 6 — стойка.

§ 7. Проверка зазоров в сопряжениях поворотных цапф и подшипниках передних колес

Радиальные зазоры в сопряжениях поворотных цапф со втулками и осевые зазоры в подшипниках передних колес колесных тракторов и самоходных шасси проверяют при помощи приспособления КИ-4850 в следующем порядке.

Проверяют радиальный зазор в сопряжении поворотная цапфа — втулки. Для этого, затормозив задние колеса и застопорив педали тормозов, домкратом 1 (рис. 89) поднимают переднюю ось до момента отрыва колеса от земли.

Затем устанавливают приспособление КИ-4850 на передней оси трактора и, совместив ножку индикатора 5 с осью вращения колеса, подводят шток 4 к торцу полуоси. Перемещая колесо руками в осевом направлении, фиксируют показание индикатора.

Проверяют осевой зазор в подшипниках переднего колеса, для чего снимают крышку ступицы, устанавливают приспособление на диске 1 (рис. 90) колеса и подводят шток 3 приспособления к торцу цапфы. Перемещая колесо в осевом направлении руками, по показанию индикатора 4 определяют осевое перемещение колеса.

Допускаемый зазор в сопряжении поворотная цапфа — втулки составляет 0,4 мм, в подшипниках переднего колеса — 0,5 мм.

Если указанные зазоры превышают допускаемые значения, заменяют втулки поворотных цапф и с помощью корончатой гайки регулируют подшипники передних колес.

§ 8. Проверка и регулировка сходимости передних колес

Сходимость колес проверяют универсальной линейкой КИ-650 ГОСНИТИ, представляющей собой металлическую штангу, которая состоит из четырех стальных телескопических труб, вставленных одна в другую. Длину линейки изменяют выдвижением труб соответственно измеряемому расстоянию между колесами. Трубы фиксируются между собой пружинящими штифтами с острыми наконечниками.

Между колесами линейка удерживается коническими наконечниками под действием силы спиральной пружины. Для правильной установки линейки по высоте она имеет на концах две цепочки. На подвижной трубе закреплена шкала, а на неподвижной трубе — стрелка-указатель для отсчета показаний шкалы.

Чтобы измерить сходимость колес, линейку раздвигают настолько, чтобы ее длина была несколько больше колеи передних колес проверяемого трактора, и устанавливают спереди так, чтобы наконечники упирались в выпуклую часть покрышек и находились на одинаковом расстоянии от пола (на уровне оси вращения колес). Устанавливают нулевое деление шкалы против стрелки-указателя и перекачивают трактор вперед настолько, чтобы линейка расположилась сзади на том же уровне. По обозначению шкалы против стрелки-указателя определяют сходимость. Затем трактор перекачивают назад до исходного положения линейки. При этом нулевое деление шкалы должно совпасть со стрелкой-указателем.

Если сходимость колес окажется больше или меньше допускаемых значений, ее следует отрегулировать, изменив длину поперечных рулевых тяг.

Контрольные вопросы

1. Перечислите параметры состояния ходовых систем гусеничных и колесных тракторов.
2. Как определяют износ основных составных частей гусеничных тракторов?
3. В какой последовательности и с помощью каких приспособлений проверяют и регулируют зазоры в сопряжениях ходовой системы тракторов Т-150, ДТ-75, ДТ-75М, Т-74, ДТ-54А?
4. Как определить износ гусеничных цепей с помощью устройства КИ-8913Б ГОСНИТИ?
5. Укажите порядок проверки и регулировки натяжения гусеничных цепей с помощью приспособления КИ-13903 ГОСНИТИ.
6. Как проверяют давление в шинах с помощью прибора НИИАТ-458?
7. Каков порядок проверки зазоров в сопряжениях поворотных цапф и подшипниках передних колес с помощью приспособления КИ-4850 ГОСНИТИ?
8. Как проверить сходимость передних колес с помощью универсальной линейки КИ-650 ГОСНИТИ?

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И ОБСЛУЖИВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ ПОВОРОТОМ И ТОРМОЗОВ ТРАКТОРОВ

§ 1. Параметры состояния механизмов управления поворотом и тормозов

К основным параметрам технического состояния механизмов управления поворотом гусеничных тракторов относятся: износ муфт поворота и упругость нажимных пружин; свободный и полный ход рычагов управления поворотом; износ тормозов и ход тормозных педалей.

Управляемость гусеничных тракторов зависит главным образом от состояния муфт поворота и тормозов. При чрезмерном износе фрикционных накладок муфт уменьшается сила сжатия дисков нажимными пружинами, а также площадь соприкосновения ведущих и ведомых дисков (по причине коробления и неравномерного износа их рабочих поверхностей). В результате снижается сила трения между дисками, муфты начинают пробуксовывать.

Пробуксовывание дисков возможно также при попадании масла в отсеки муфт через дефектные сальники главной и конечных передач, а также при отсутствии свободного хода рычагов управления поворотом. В случае чрезмерно большого свободного хода рычагов диски полностью не разъединяются, что затрудняет повороты трактора и ухудшает качество полевых работ.

Действие тормозов зависит от состояния тормозных лент и барабанов, а также хода педалей управления, который необходимо периодически проверять и регулировать.

На управляемость тракторов Т-74А, ДТ-75М, ДТ-75 влияет состояние планетарного механизма поворота и правильность его регулировки.

Механизмы управления поворотом гусеничных тракторов Т-4А, Т-130, Т-100М, Т-54В, Т-70С оборудованы гидроусилителями, от состояния которых зависит усилие на рычагах управления. При неисправном гидроусилителе это усилие резко возрастает, что повышает утомляемость тракториста.

К параметрам технического состояния механизмов управления и тормозов колесных тракторов относятся свободный ход рулевого колеса и усилие на его ободе,

износ тормозов и ход тормозных педалей, а у тракторов, оборудованных гидроусилителем рулевого управления,— давление открытия предохранительного клапана, состояние клапана потока масла в гидроусилителе, износ распределителя и подача гидравлического насоса.

У тракторов, оборудованных пневматической системой, надежность работы тормозов зависит от состояния компрессора, натяжения ремня привода компрессора, герметичности системы, давления воздуха в ней, состояния регулятора давления и износного состояния составных частей тормозной системы.

Обобщенными и одновременно оценочными параметрами состояния механизмов управления поворотом и тормозов гусеничных и колесных тракторов являются легкость, удобство управления и надежность торможения, которые обеспечиваются прежде всего соблюдением правил эксплуатации и технического обслуживания перечисленных составных частей.

§ 2. Проверка и регулировка механизмов управления поворотом гусеничных тракторов

У трактора Т-4А регулируют тормоз солнечной шестерни с помощью регулировочной гайки. Затем проверяют зазор между рычагом управления тормозом и планкой пола кабины, который регулируют изменением длины тяги механизма управления поворотом. Остановочный тормоз регулируют гайкой. Если педаль не касается планки пола кабины, регулируют длину тяги управления тормозом.

У трактора Т-130 регулируют свободный ход рычага механизма управления поворотом с помощью шаровых гаек и тяг.

Чтобы отрегулировать тормоза, выключают муфту поворота со стороны проверяемого тормоза и переводят рычаг механизма управления поворотом назад до отказа. При этом должна быть обеспечена полная затяжка ленты тормоза. В случае необходимости изменяют длину тяг. При позиции двуплечего рычага, соответствующей полному отключению тормоза, верхняя лента силой собственной упругости должна поджиматься упором в сферу регулировочной гайки. Регулировку проводят, вращая регулировочную гайку.

У трактора Т-100М свободный ход рычагов механизма управления поворотом регулируют через смотровые

люки с помощью шаровой гайки. Натяжение тормозных лент регулируют специальной гайкой при снятых крышках люков.

У тракторов ДТ-75 и ДТ-75М для регулировки свободного хода рычагов механизма управления поворотом затягивают каждую регулировочную гайку до совмещения проточки на штоке с плоскостью проушины, после чего измеряют свободный ход рычагов. Если он не соответствует номинальным значениям, регулируют длину тяг тормозов планетарных механизмов. Ход педалей остановочных тормозов регулируют с помощью регулировочной гайки. Параллельные грани этой гайки выставляют в вертикальное положение. Для проверки правильности регулировки длины тяг остановочных тормозов подают тяги вперед до упора пальцев тормозных лент во впадины кронштейнов, определяемого по характерному щелчку. При этом педали должны находиться в вертикальном положении.

У тракторов Т-74, ДТ-54А свободный ход рычагов управления поворотом регулируют, изменяя длину тяги вращением наконечника с шаровой головкой. Тормоза регулируют, изменяя длину тяги управления каждым тормозом. Для этого заворачивают регулировочную гайку до отказа, а затем отвинчивают ее на 6...7 оборотов.

У тракторов Т-54В и Т-70С ход рычагов управления регулируют изменением длины тяг. Затем у трактора Т-54В проверяют и, если необходимо, регулируют зазор между упорами рычагов управления, а у трактора Т-70С — полное перемещение поршня гидроусилителя. Тормоза этих тракторов регулируют с помощью регулировочной штанги.

У тракторов всех марок после регулировки тормозов устанавливают равномерный зазор между тормозной лентой и шкивом каждого тормоза с помощью установочного винта, расположенного снизу. Для этого заворачивают винт до отказа, а затем отвинчивают на 1...1,5 оборота.

§ 3. Диагностирование муфт поворота гусеничных тракторов

Техническое состояние муфт поворота оценивают по усилию, прикладываемому к рычагу управления поворотом в момент трогания соответствующей гусеницы. Это усилие измеряют пружинным динамометром

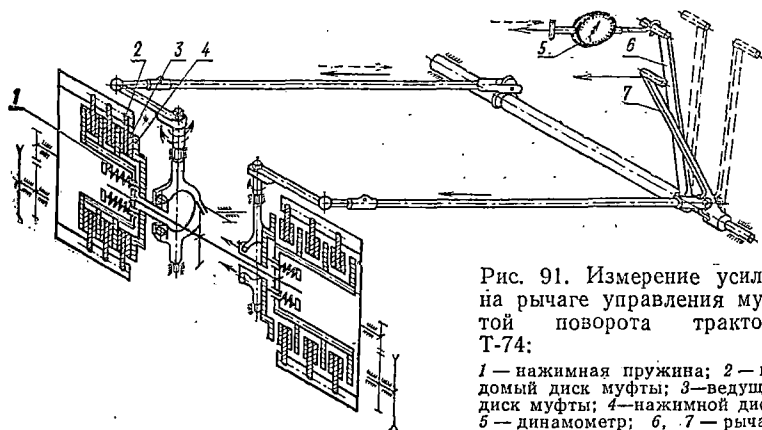


Рис. 91. Измерение усилия на рычаге управления муфтой поворота трактора Т-74:

1 — нажимная пружина; 2 — ведомый диск муфты; 3 — ведущий диск муфты; 4 — нажимной диск; 5 — динамометр; 6, 7 — рычаги управления поворотом.

ДПУ-0,02-2 или с помощью универсального устройства для диагностирования фрикционных муфт при отключенном гидроусилителе (раздел третий, гл. VIII, § 2).

Состояние муфт проверяют в следующем порядке.

Устанавливают трактор на ровную горизонтальную площадку с твердым покрытием и останавливают дизель. Проверяют и, если необходимо, регулируют механизм управления поворотом.

Пускают дизель, устанавливают минимальную устойчивую частоту вращения коленчатого вала и, выключив главную муфту сцепления, включают первую передачу. Выключают обе муфты поворота, переместив рычаги 6 и 7 (рис. 91) управления назад до отказа и удерживая при этом один из рычагов с помощью динамометра 5. Включают главную муфту сцепления и, плавно отпуская рычаг, удерживаемый с помощью динамометра, фиксируют его показание в момент трогания гусеницы с места. Аналогично измеряют усилие на другом рычаге управления поворотом, соответствующее моменту начала трогания гусеницы с места. Предельное усилие должно быть в 1,8 раза меньше номинального.

§ 4. Проверка и регулировка свободного хода рулевого колеса и усилия на его ободе

Свободный ход рулевого колеса и усилие на его ободе определяют с помощью универсального прибора НИИАТ-К-402.

Прибор состоит из двух самостоятельно действующих устройств: динамометра для измерения усилия на ободе и люфтомера для определения свободного хода рулевого колеса. Динамометр 2 (рис. 92) закрепляют на ободе 1 рулевого колеса хомутом. К динамометру шарнирно прикреплена шкала 3 люфтомера. Указатель 4 люфтомера закрепляют неподвижно на рулевой колонке.

Свободный ход рулевого колеса и усилие на его ободе определяют в следующем порядке.

Устанавливают на рулевое колесо прибор К-402. Вращая колесо в обе стороны до устранения зазора в рулевом механизме и шарнирах рулевых тяг, определяют свободный ход рулевого колеса. Номинальный свободный ход равен $22...25^\circ$, допускаемый — 36° .

У тракторов Т-25, Т-25А1 свободный ход рулевого колеса не регулируется. При свободном ходе, превышающем 60° , заменяют изношенные составные части.

Определяют усилие на ободе рулевого колеса, характеризующее трение в рулевом механизме. Для этого отсоединяют продольную тягу от рулевой сошки. При наличии гидроусилителя руля пускают дизель и устанавливают максимальную частоту вращения коленчатого вала. Приближают к корпусу динамометра фиксаторное кольцо на одной из рукояток динамометра и, медленно потягивая за противоположную рукоятку, как показано на рисунке 92, поворачивают рулевое колесо до отказа. Осторожно освобождают рукоятку динамометра и по положению фиксаторного кольца на шкале противоположной рукоятки отсчитывают усилие.

Если свободный ход рулевого колеса превышает 36° , его регулируют описанными ниже способами.

У тракторов К-700 и К-701 устраняют зазоры в шарнирах тяг следящего устройства. При необходимости регулируют роликовые конические подшипники вала сошки

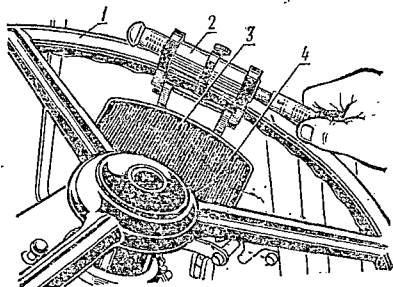


Рис. 92. Измерение усилия на ободе рулевого колеса с помощью прибора НИИАТ К-402:

1 — обод рулевого колеса; 2 — динамометр прибора; 3 — шкала; 4 — указатель.

и зацепление червячной пары, изменяя толщину прокладок под боковыми крышками картера рулевого механизма.

У трактора Т-150К сначала устраняют зазор в шарнирах тяг обратной связи. Затем при необходимости регулируют зазор в зацеплении червяк — сектор.

У тракторов МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л, МТЗ-50, МТЗ-50Л, МТЗ-52, МТЗ-52Л, МТЗ-50ПЛ, Т-28Х4 сначала устраняют зазор в шарнирных соединениях рулевых тяг.

Если после этого свободный ход рулевого колеса превышает допускаемое значение, регулируют зацепление червячной пары эксцентриковой втулкой. И, наконец, при необходимости регулируют зацепление сектора механизма управления с рейкой штока силового цилиндра. Зазор в зацеплении устраняют, удалив необходимое количество регулировочных прокладок из-под фланца, закрепленного на корпусе гидроусилителя.

У тракторов ЮМЗ-6Л, МТЗ-5ЛС, МТЗ-5МС сначала устраняют зазоры в шарнирных соединениях рулевых тяг. Затем регулируют подшипники червяка с помощью прокладок при снятой крышке корпуса рулевого механизма, полностью устраняя осевое перемещение вала рулевого колеса. После этого, если необходимо, регулируют зацепление червячной пары.

У тракторов Т-40, Т-40А, Т-40М, Т-40АМ при чрезмерно большом свободном ходе рулевого колеса уменьшают зазор в зацеплении рейки поршня с зубьями сектора рулевого механизма.

У самоходного шасси Т-16М сначала регулируют зазор между сектором и малой конической шестерней промежуточного вала с помощью регулировочных прокладок. Затем, если необходимо, регулируют боковой зазор между зубьями большой шестерни промежуточного вала и шестерни рулевого вала с помощью разрезных регулировочных прокладок, помещенных между фланцем кронштейна рулевой колонки и верхней плоскостью заднего бруса.

§ 5. Обслуживание и диагностирование гидравлической системы управления поворотом

Чтобы обеспечить четкую и бесперебойную работу рулевого управления тракторов, оборудованных гидравлической системой управления поворотом (гидроусили-

телем руля), необходимо прежде всего своевременно и качественно проводить техническое обслуживание гидросистемы управления поворотом.

Бак гидравлической системы следует заправлять чистым, профильтрованным маслом соответствующего сорта. Необходимо регулярно проверять уровень масла в емкостях и доливать свежее масло до необходимого уровня.

Следует регулярно смазывать солидолом пальцы шарниров гидроцилиндров управления поворотом (К-700, К-701, Т-150К) и другие трущиеся сочленения, снабженные масленками.

Очистку и промывку фильтров проводят в следующем порядке. У тракторов К-700, К-701 и Т-150К вынимают из бака корпус основного фильтра с фильтрующими элементами, разбирают фильтр и тщательно промывают в дизельном топливе фильтрующие элементы и другие детали. Снимают, очищают и промывают магнит (К-700, К-701), сапун (Т-150К), а также крышку и фильтр заливной горловины. У тракторов МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л, МТЗ-50, МТЗ-50Л, МТЗ-52, МТЗ-52Л, МТЗ-50ПЛ очищают и промывают сливной фильтр гидроусилителя руля.

Для определения технического состояния гидроусилителей и гидросистем навесного устройства тракторов используют прибор КИ-5473 ГОСНИТИ. Он состоит из дросселя-расходомера с манометром, входного и сливного шлангов и комплекта присоединительных штуцеров. С помощью данного прибора определяют подачу насосов гидросистем управления поворотом и навесного устройства, состояние распределителей и гидроцилиндров, давление открытия предохранительных клапанов, а также автоматического возврата золотников (гидросистема навесного устройства) и другие параметры гидросистем. Дроссель-расходомер работает по принципу расходомера постоянного перепада давления; его тарируют при противодавлении на выходе, равном 10 МПа.

Гидроусилители диагностируют в следующем порядке.

Проверяют давление открытия предохранительного клапана. Для этого подключают прибор КИ-5473 ГОСНИТИ к гидросистеме управления поворотом.

У тракторов К-700 и К-701 отсоединяют от распределителя 1 (рис. 93) нагнетательный маслопровод 3, идущий от насоса (К-700) или от регулятора расхода (К-701). Присоединяют к корпусу распределителя пустотелый технологический штуцер с тройником. К одному из штуцеров тройника присоединяют нагнетательный маслопровод 3, а ко второму — входной шланг прибора КИ-5473. Сливной шланг прибора соединяют с баком 7. Свободный штуцер тройника закрывают заглушкой.

У трактора Т-150К отсоединяют от клапана расхода 8 (рис. 94) нагнетательный маслопровод, идущий к распределителю, и подсоединяют к маслопроводу половину 5 запорного устройства, применяемого для подключения к гидросистеме навесного устройства выносных цилиндров. К клапану расхода подсоединяют шланг с половиной 6 запорного устройства. Вывертывают штуцер из угловой муфты клапана расхода и на место этого штуцера устанавливают технологический штуцер с тройником 9. К одному из штуцеров тройника присоединяют нагнетательный маслопровод 11, а к другому — входной шланг прибора КИ-5473. К свободному штуцеру тройника 9 присоединяют шланг с половиной 7 запорного устройства. Сливной шланг прибора соединяют с баком.

Вывертывают из клапанной коробки (у тракторов «Беларусь») или из корпуса гидроусилителя (у трактора Т-40 и его модификаций) коническую пробку-заглушку, ввертывают вместо нее переходный штуцер и присоединяют к штуцеру входной шланг прибора КИ-5473. Сливной шланг прибора соединяют с баком гидросистемы. У тракторов МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л устанавливают рычаг управления автоматической блокировкой дифференциала в позицию «выкл.».

Пускают дизель, устанавливают среднюю частоту вращения коленчатого вала и, создав давление в нагнетательной магистрали, равное 4...5 МПа, прогревают масло в гидроусилителе до температуры 45...50° С. Затем при максимальной частоте вращения коленчатого вала поворачивают рукоятку прибора в позицию «закрыто» и, удерживая рулевое колесо в крайнем левом или правом положении, определяют по манометру прибора давление, ограничиваемое предохранительным клапаном. Если оно окажется ниже допустимого или выше номинального, клапан регулируют.

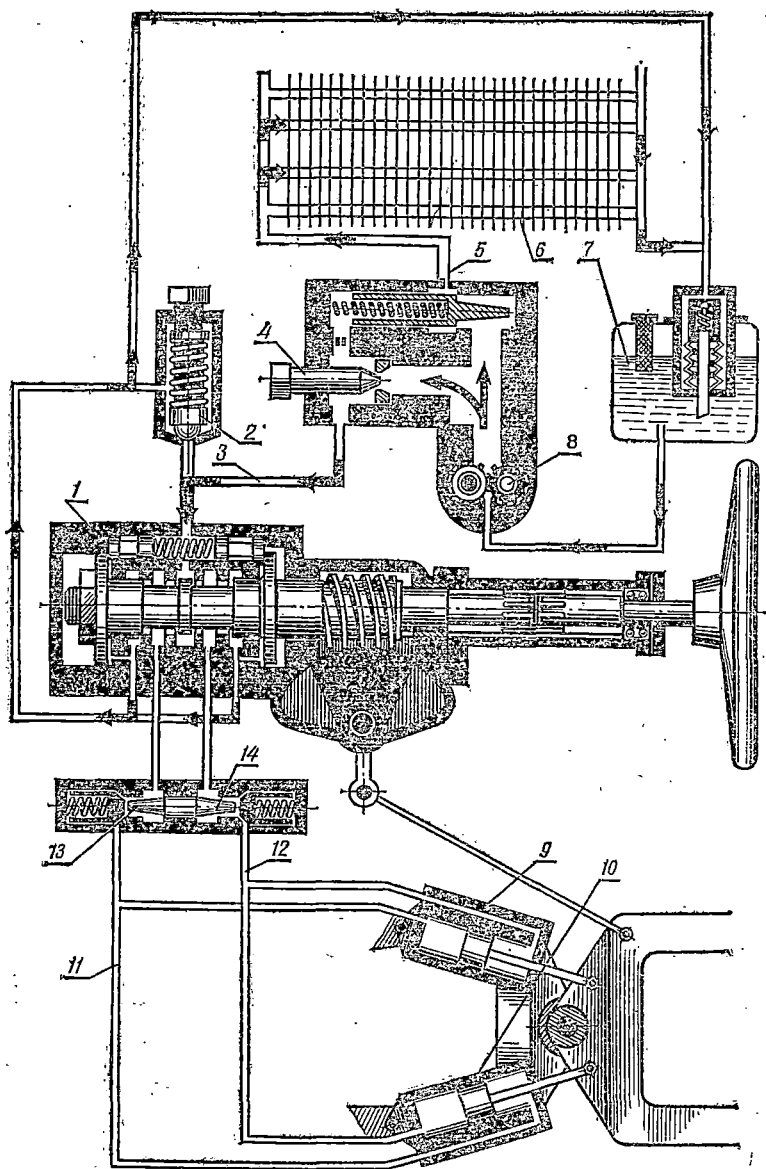


Рис. 93. Схема гидравлической системы управления поворотом трактора К-701:

1 — распределитель; 2 — предохранительный клапан; 3, 5, 11, 12 — маслопроводы; 4 — регулировочный винт регулятора расхода; 6 — масляный радиатор; 7 — масляный бак; 8 — масляный насос; 9, 10 — гидроцилиндры; 13, 14 — запорные клапаны.

это показание на 0,71 (для тракторов К-700 и К-701 — на 0,84).

Если расход масла окажется менее допускаемого значения, определяют подачу масляного насоса и оценивают состояние насоса и распределителя (у трактора К-701 проверяют состояние регулятора расхода).

У тракторов Т-40, Т-40А, Т-40М, Т-40АМ, прежде чем определять подачу насоса, проверяют количество масла, поступающего в гидроусилитель через клапан потока. Для этого отсоединяют входной шланг прибора от переходного штуцера, вывертывают из крышки гидроусилителя штуцер и ставят на место пробку-заглушку. Отсоединяют нагнетательный маслопровод от гидроусилителя и с помощью переходного штуцера присоединяют к маслопроводу входной шланг прибора. Ставят рукоятку прибора в позицию «открыто» и пускают diesel.

Устанавливают номинальную частоту вращения коленчатого вала. Поворачивая рукоятку прибора, доводят давление до 5 МПа и по отметке на шкале прибора против стрелки определяют расход масла через клапан потока, умножив это показание на 0,71. Этот расход должен быть равен 10...12 л/мин. Если он окажется более 10 л/мин, а расход в гидроусилителе — ниже 7 л/мин, гидроусилитель подлежит ремонту. Если расход масла через клапан потока менее 10 л/мин, определяют подачу насоса гидросистемы и оценивают состояние насоса и клапана потока.

У тракторов К-701, К-700, Т-150К, прежде чем определять подачу насоса, проверяют состояние остальных составных частей гидросистемы управления поворотом. Благодаря этому снижается трудоемкость диагностирования.

На тракторах, имеющих насосы с подачей более 90 л/мин, расход масла в распределителе и подачу насоса определяют при пониженной частоте вращения коленчатого вала. В этом случае расход (подача), приведенный к номинальной частоте вращения, подсчитывают по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = Q \frac{n_n}{n}, \quad (86)$$

где Q — расход (подача), полученный при проверке; n — частота вращения коленчатого вала или ВОМ, измеренная во время проверки; n_n — номинальная частота вращения коленчатого вала или ВОМ.

Проверяют состояние гидроцилиндров на тракторах К-700 и К-701 в таком порядке. Заполняют полости гидроцилиндров прогретым маслом, сделав несколько поворотов колес трактора в обе стороны. Устанавливают колеса в положение, соответствующее прямолинейному движению трактора, и останавливают дизель. Отсоединяют от полурамы штоки гидроцилиндров, а от гидроцилиндров — маслопроводы, подключенные к задним (штоковым) полостям. На штуцера и маслопроводы надевают заглушки. Пускают дизель и устанавливают среднюю частоту вращения коленчатого вала.

Проверяют герметичность уплотнений левого цилиндра. Для этого поворачивают рулевое колесо вправо и удерживают его в этом положении. Вращая рукоятку прибора КИ-5473 по часовой стрелке, создают давление 7 МПа и линейкой измеряют расстояние от головки штока до крышки гидроцилиндра. Через 3 мин повторяют измерение, после чего поворачивают рукоятку прибора в позицию «открыто».

Если обнаружится перемещение штока, гидроцилиндр подлежит ремонту. В случае течи масла через уплотнение между штоком и крышкой заменяют уплотнительные кольца.

Аналогично проверяют герметичность уплотнений правого цилиндра, повернув рулевое колесо влево.

Проверяют состояние запорных клапанов на тракторе К-701. Отсоединяют от технологического штуцера тройник, вывинчивают штуцер из корпуса распределителя и завинчивают вместо него глухой технологический штуцер, предотвращающий доступ масла в распределитель. Присоединяют к этому штуцеру тройник с нагнетательным маслопроводом и входным шлангом прибора КИ-5473.

Проверяют герметичность левого запорного клапана 13 (рис. 93). Для этого отсоединяют маслопровод 12 от правого запорного клапана 14 и устанавливают на штуцер клапана заглушку. Снимают со свободного штуцера технологического тройника заглушку и присоединяют к нему с помощью технологического шланга маслопровод 12. Пускают дизель и устанавливают среднюю частоту вращения коленчатого вала. Поворачивая рукоятку прибора по часовой стрелке, доводят давление до 10 МПа. Измеряют линейкой расстояние между голов-

кой штока и крышкой гидроцилиндра, включают секундомер. Через 3 мин повторяют измерение, после чего поворачивают рукоятку прибора в позицию «открыто».

Если обнаружится перемещение штока, запорный клапан подлежит ремонту.

Аналогично проверяют герметичность второго запорного клапана.

Останавливают дизель. Отсоединяют от тройника маслопровод и присоединяют его к штуцеру запорного клапана, сняв заглушку. Закрывают заглушкой освободившийся штуцер.

Проверяют состояние регулятора расхода на тракторе К-701. Для этого пускают дизель. Устанавливают минимальную устойчивую частоту вращения коленчатого вала. Поворачивая рукоятку прибора по часовой стрелке, создают давление 7 МПа и, зафиксировав показание прибора, переводят рукоятку в позицию «открыто». Определяют количество масла, проходящего через дроссель регулятора расхода, умножив показание прибора на 0,84.

Номинальный расход масла через дроссель регулятора расхода равен 120 л/мин; допускаемый — 90 л/мин.

Если расход масла через дроссель регулятора окажется менее допускаемого значения, насос с регулятором следует проверить на стенде. Если расход масла в распределителе менее 78 л/мин, а расход через дроссель регулятора не ниже 90 л/мин, определяют подачу насоса.

Проверяют состояние гидроцилиндров на тракторе Т-150К в таком порядке. Поворачивая рулевое колесо от упора до упора, заполняют полость гидроцилиндра 1 (рис. 94) прогретым маслом. Устанавливают поршень в гидроцилиндре в среднее положение и останавливают дизель. Отсоединяют шток гидроцилиндра от рамы. От правого запорного клапана 15 отсоединяют маслопровод, идущий к задней (штоковой) полости гидроцилиндра. На клапан и маслопровод надевают заглушки.

Пускают дизель и устанавливают среднюю частоту вращения коленчатого вала. Поворачивают рулевое колесо вправо до упора, и, удерживая его в этом положении, поворотом рукоятки прибора создают давление 5 МПа. Линейкой измеряют расстояние от головки што-

ка до крышки цилиндра и включают секундомер. Через 3 мин еще раз измеряют указанное расстояние.

В случае перемещения штока гидроцилиндр подлежит текущему ремонту (заменяют уплотнения).

При наличии течи масла через уплотнение между штоком и крышкой необходимо подтянуть уплотнение.

Проверяют герметичность запорных клапанов на тракторе Т-150К. Для этого при среднем положении поршня в гидроцилиндре 1 останавливают дизель. Отсоединяют от распределителя 3 нагнетательный маслопровод, снимают с ранее отсоединенного от правого запорного клапана 15 маслопровода заглушку и соединяют указанные маслопроводы между собой шлангом. На штуцер распределителя ставят заглушку.

Пускают дизель и устанавливают среднюю частоту вращения коленчатого вала. Рукояткой прибора устанавливают давление 5 МПа и измеряют линейкой расстояние от головки штока до крышки гидроцилиндра. Через 3 мин повторяют измерение. В случае перемещения штока запорный клапан подлежит замене.

Аналогично проверяют второй запорный клапан.

Проверяют состояние клапана расхода на тракторе Т-150К в таком порядке. Останавливают дизель. Вывертывают из угловой муфты клапана расхода тройник, отсоединив от него нагнетательный маслопровод насоса, входной шланг прибора и технологический шланг, соединенный с нагнетательным маслопроводом распределителя. Ввертывают в угловую муфту штуцер и присоединяют к нему маслопровод насоса. Отсоединяют технологический шланг от клапана расхода и присоединяют к клапану входной шланг прибора. Пускают дизель. При номинальной частоте вращения коленчатого вала с помощью рукоятки прибора устанавливают на лимбе расход масла, равный 36 л/мин. В этом случае давление, определяемое по манометру прибора, должно составлять 5 МПа. Если оно не соответствует приведенному значению, необходимо отрегулировать клапан с помощью регулировочного винта.

Определяют подачу насоса. Для этого останавливают дизель. У трактора К-701 отсоединяют от перепускного клапана маслопровод, подключенный к масляному радиатору. Закрывают заглушкой освободившийся штуцер и маслопровод. У трактора Т-150К отсоединяют от клапана расхода нагнетательный маслопро-

вод, идущий от насоса, и присоединяют к этому маслопроводу с помощью переходного штуцера входной шланг прибора КИ-5473. У тракторов «Беларусь» отсоединяют входной шланг прибора от переходного штуцера, вывертывают штуцер из клапанной коробки и устанавливают на место коническую пробку-заглушку. Отсоединяют нагнетательный маслопровод от гидроусилителя и присоединяют к нагнетательному маслопроводу входной шланг прибора с помощью переходного штуцера. У тракторов Т-40, Т-40А, Т-40М, Т-40АМ отсоединяют входной шланг прибора от нагнетательного маслопровода гидроусилителя и закрывают маслопровод заглушкой. Отсоединяют нагнетательный маслопровод от корпуса клапана потока и присоединяют к корпусу входной шланг прибора. При диагностировании гидросистем всех тракторов сливной шланг прибора соединяют с баком гидросистемы.

Переводят рукоятку прибора в позицию «открыто» и пускают дизель. Устанавливают номинальную частоту вращения коленчатого вала и прогревают масло в баке гидроусилителя до 45...55° С; пропуская его через прибор под давлением 5...6 МПа. Поворачивая рукоятку прибора по часовой стрелке, создают давление, равное 7 МПа для тракторов К-700 и К-701, 10 МПа для тракторов Т-40, Т-40А, Т-40М, Т-40АМ, 5 МПа для тракторов Т-150К, «Беларусь».

Измеряют подачу насоса. При этом для тракторов К-700 и К-701 показание прибора нужно умножить на 0,84, а тракторов Т-150К, «Беларусь» — на 0,71. При определении подачи насоса гидравлической системы навесного устройства и гидроусилителя руля на тракторах Т-40, Т-40А, Т-40М, Т-40АМ показание прибора соответствует фактической подаче насоса.

Если подача ниже допускаемого значения, насос подлежит ремонту.

§ 6. Диагностирование и регулировка пневматической системы

Натяжение ремня привода компрессора у дизелей ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-238НБ, СМД-62 проверяют в таком порядке. Прикладывают приспособление КИ-13918 ГОСНИТИ опорными торцами к середине проверяемой ветви ремня между шкивами: венти-

лятора и генератора (у дизеля ЯМЗ-240Б), компрессора и натяжного устройства (у дизеля ЯМЗ-238НБ), коленчатого вала и компрессора (у дизеля СМД-62) и нажимают на корпус до получения нагрузки 40 Н. Сняв приспособление с ремня, определяют вид регулировочной работы: «натянуть», «норма» или «ослабить».

На дизеле ЯМЗ-240Б натяжение ремня регулируют поворотом корпуса генератора вокруг оси крепления его к кронштейну, на дизеле ЯМЗ-238НБ — болтом натяжного устройства, на дизеле СМД-62 — изменением толщины регулировочных прокладок между боковинами шкива.

При проверке регулятора давления у тракторов К-700, К-701, Т-150К, МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л полностью выпускают воздух из пневматической системы, нажимая несколько раз на тормозную педаль. Пускают дизель и, установив максимальную частоту вращения коленчатого вала, определяют время заполнения системы до момента отключения компрессора и давление отключения компрессора. Затем, постепенно выпуская воздух из системы до давления, при котором компрессор начнет работать, фиксируют это давление.

Время заполнения системы воздухом до момента отключения компрессора должно быть не более 2 мин. Причинами медленного заполнения системы воздухом могут послужить утечки воздуха в соединениях или неисправности компрессора.

Если давление включения и отключения компрессора не соответствует допускаемым значениям, необходимо отрегулировать регулятор давления регулировочной гайкой (у тракторов К-700 и К-701), регулировочным колпачком и прокладками, расположенными под седлом клапана (у трактора Т-150К), или регулировочной крышечкой (у тракторов МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л).

Если регулятор давления не работает или работает с перебоями, его следует снять, разобрать, промыть в бензине и просушить детали, обдув их сжатым воздухом.

Герметичность пневматической системы проверяют при включенных и выключенных тормозах в такой последовательности.

Заполнив систему до максимального давления, останавливают дизель и, понизив давление на 0,05...0,06 МПа, наблюдают за положением стрелки манометра при от-

пущенной тормозной педали. Затем нажимают на педаль и после стабилизации давления снова наблюдают за положением стрелки манометра. В обоих случаях не должно происходить заметного на глаз движения стрелки манометра в течение 1 мин.

Утечка воздуха при выключенных тормозах свидетельствует о разгерметизации всей пневматической системы, а утечка при включенных тормозах — о разгерметизации тормозных камер. Место утечки выявляют, покрывая соединения системы и компрессора мыльной эмульсией. Обнаруженные утечки устраняют.

Проверяют и регулируют предохранительный клапан. Для этого пускают дизель и затем, заполнив систему воздухом, останавливают дизель.

Если давление в системе превышает 1 МПа (у тракторов МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л — 0,7 МПа), необходимо отрегулировать предохранительный клапан. После регулировки давление открытия клапана должно составлять 0,9...1,0 МПа (у тракторов МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л — 0,8...0,9 МПа).

Проверяют и регулируют тормозной кран. Проверяют давление воздуха в секции прицепа. Для этого подключают к секции контрольный манометр и пускают дизель. При номинальном давлении в воздушных баллонах по показанию контрольного манометра определяют давление в магистрали прицепа, которое должно составлять 0,48...0,53 МПа. Резко нажимают на тормозную педаль до отказа. Тогда давление в секции прицепа должно упасть до нуля, что свидетельствует о включении тормозов прицепа. При удержании педали утечка воздуха недопустима.

Если давление в магистрали прицепа не соответствует приведенным значениям, а при нажатии на педаль оно не падает до нуля, регулируют давление затяжки пружины штока с помощью направляющей втулки (у тракторов К-700, К-701, Т-150К, ЮМЗ-6Л).

У тракторов МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л сначала проверяют и, если необходимо, регулируют привод тормозного крана с помощью регулировочной тяги. Давление, поддерживаемое тормозным краном, регулируют поворотом тарелки уравнивающей пружины через выпускное окно при выжатых педалях тормозов.

У трактора ЮМЗ-6Л тормозной кран должен срабатывать при перемещении педали на 20...25 мм.

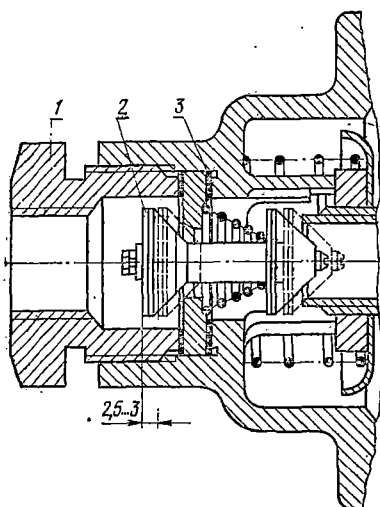


Рис. 95. Регулировка хода впускного клапана тормозного крана на тракторе Т-150К:

1 — пробка; 2 — впускной клапан; 3 — прокладка.

Определяют свободный ход впускных клапанов тормозного крана. Для этого останавливают дизель, вывинчивают из пробки 1 (рис. 95) соединительный штуцер или тройник и глубинометром через отверстие в пробке 1 измеряют ход впускного клапана 2.

Если ход клапана выходит за пределы допускаемых значений, его регулируют прокладками 3.

У тракторов К-700, К-701 и Т-150К, кроме того, контролируют (без подвода сжатого воздуха) свободный ход рычага ручного привода секции прицепа и рычага управления тормоз-

ным краном. Для этого открывают доступ к указанным рычагам, отсоединяют от них тяги привода и, покачивая рычаг, определяют величину его свободного хода, который регулируют регулировочными болтами. Затем проверяют и, если необходимо, регулируют рабочий ход штока полости прицепа. Он должен составлять 5 мм. При необходимости рабочий ход штока регулируют упорным болтом.

Компрессор проверяют в таком порядке.

Если компрессор не обеспечивает необходимое давление в системе, проверяют состояние трубопроводов и их соединений, а также герметичность клапанов. В случае чрезмерного выброса масла компрессором, определяемого при сливе конденсата из воздушных баллонов, и снижения подачи, следует разобрать компрессор и заменить изношенные детали цилиндно-поршневой группы. При появлении в компрессоре стуков нужно проверить и, если необходимо, заменить подшипники коленчатого вала.

Сняв головку цилиндра, проверяют состояние клапа-

нов. При обнаружении больших отложений кокса очищают клапаны. Контролируют плотность прилегания клапанов к гнездам и при необходимости притирают их.

§ 7. Проверка и регулировка тормозов колесных тракторов

У тракторов К-700, К-701 и Т-150К проверяют ход штоков тормозных камер. Для этого пускают дизель и заполняют пневматическую систему до рабочего давления. Затем, остановив дизель, нажимают на педаль тормоза и измеряют ход штока линейкой.

Номинальный ход штоков у тракторов К-700, К-701 равен 30...40 мм, у трактора Т-150К — 15...20 мм. Допускаемый ход штоков у этих тракторов соответственно составляет 50 и 30 мм.

Если ход штоков выходит за пределы указанных значений, его регулируют, вращая ось червяка тормозного рычага.

Проверяют и при необходимости регулируют свободный ход тормозной педали, который должен составлять 10...25 мм.

У тракторов К-700, К-701, Т-150К, ЮМЗ-6Л проверяют стояночный (ручной) тормоз в следующем порядке. У тракторов К-700, К-701 и Т-150К выключают тормоз, установив рычаг тормоза в крайнее переднее положение, и измеряют щупом зазор между колодками тормозной ленты и барабаном. У тракторов К-700 и К-701 этот зазор должен быть равен 0,3...1,0 мм, у трактора Т-150К — 1,5...2,0 мм по всей окружности. При необходимости регулируют величину зазора регулировочной гайкой и упорными винтами, а также натягивают оттяжные пружины.

У трактора К-701 при необходимости регулируют натяжение троса, обеспечив затяжку тормоза за 3...5 щелчков стопора и зазор между лентой и барабаном не менее 0,3 мм. Натяжение троса регулируют с помощью гаек крепления оболочки троса.

Включают стояночный тормоз, переводя рычаг в крайнее заднее положение. При правильно отрегулированном тормозе рычаг не должен переходить вертикального положения. В противном случае следует отрегулировать длину тормозной тяги.

У тракторов всех марок, кроме К-701, К-700 и Т-150К, измеряют линейкой полный ход педалей тормозов по

подушкам, оттягивая поочередно педаль каждого тормоза.

Если ход педалей неодинаков и не соответствует допускаемым значениям, его регулируют в соответствии с руководством по эксплуатации трактора.

При установке на трактор привода управления гидравлическими тормозами прицепов проверяют и, если необходимо, регулируют длину тяги толкателя.

По окончании технического обслуживания трактора проверяют надежность тормозов и равномерность торможения при движении трактора.

Контрольные вопросы

1. Перечислите параметры состояния механизмов управления поворотом гусеничных тракторов и механизмов управления и тормозов колесных тракторов.

2. Назовите способы регулировки механизмов управления поворотом гусеничных тракторов.

3. Каков порядок диагностирования муфт поворота гусеничных тракторов по усилию на рычаге управления в момент трогания гусеницы?

4. Как проверяют свободный ход рулевого колеса и усилие на его ободе с помощью прибора НИИАТ К-402?

5. Перечислите способы регулировки свободного хода рулевого колеса у тракторов различных марок.

6. Каковы назначение и принцип действия устройства КИ-5473 ГОСНИТИ?

7. Как проверяют давление предохранительного клапана гидроусилителя руля тракторов К-700 (К-701) и Т-150К с помощью устройства КИ-5473 ГОСНИТИ?

8. Укажите порядок диагностирования распределителя гидроусилителя руля по расходу масла с помощью устройства КИ-5473 ГОСНИТИ.

9. Каков порядок диагностирования гидроцилиндров управления поворотом тракторов К-700 и К-701?

10. В каком порядке диагностируют запорные клапаны гидроусилителя руля трактора К-701?

11. Как проверяют состояние регулятора расхода гидроусилителя руля трактора К-701?

12. Назовите порядок диагностирования гидроцилиндров управления поворотом на тракторе Т-150К.

13. Как проверяют герметичность запорных клапанов гидроусилителя руля на тракторе Т-150К?

14. Каков порядок диагностирования клапана расхода гидроусилителя руля трактора Т-150К?

15. Как определяют подачу насоса гидроусилителя руля с помощью устройства КИ-5473 ГОСНИТИ?

16. Как проверяют и регулируют регулятор давления пневмосистемы тракторов К-700, К-701, Т-150К, МТЗ-80, МТЗ-82?

17. Назовите порядок проверки и регулировки тормозного крана пневмосистемы.

18. Как проверяют и регулируют тормоза колесных тракторов?

Глава XI

ОБСЛУЖИВАНИЕ И ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА ТРАКТОРОВ

§ 1. Параметры состояния гидравлической системы

В процессе работы гидросистемы вследствие изнашивания ее составных частей и нарушения герметичности уплотнений изменяются параметры, характеризующие работу насоса, распределителя, силовых цилиндров.

Работоспособность гидросистемы в значительной мере зависит от состояния маслопроводов и присоединительной арматуры, главным образом запорных устройств, предназначенных для предотвращения вытекания масла из маслопроводов и шлангов при их разъединении. При нарушении герметичности гидросистемы, вызванном утечкой рабочей жидкости и подсосом воздуха в систему, а также при неисправных запорных устройствах (залегании шариков, поломке пружин) нарушается работа силового цилиндра по причине отсутствия или плохой циркуляции масла. В результате этого подъем и принудительное опускание машины (орудия) замедляются или вовсе прекращаются.

Часто неудовлетворительная работа силового цилиндра вызывается неисправностью насоса, распределителя и самого цилиндра. Для диагностирования этих составных частей затрачивается много времени и необходимы специальные устройства, в то время как на проверку состояния маслопроводов и присоединительной арматуры требуется 3...4 мин без применения каких-либо приспособлений. Поэтому, прежде чем приступить к диагностированию основных агрегатов гидросистемы, необходимо убедиться в отсутствии подтекания рабочей жидкости и в исправности присоединительной арматуры. При таком порядке технического обслуживания составных частей гидросистемы наряду с сокращением трудоемкости работ исключается влияние случайных факторов (подсоса воздуха, утечек рабочей жидкости, дополнительного сопротивления ее потоку и др.) на параметры, характеризующие износное состояние основных составных частей гидросистемы.

Срок службы гидросистемы в значительной мере зависит от состояния основного фильтра, установленного в сливной магистрали. При чрезмерном загрязнении

фильтрующих элементов и неисправных уплотнительных кольцах рабочая жидкость не фильтруется, вследствие чего трущиеся сопряжения насоса, распределителя и силового цилиндра усиленно изнашиваются.

К параметрам технического состояния распределителя, кроме износного состояния золотниковых пар, относятся состояние перепускного и предохранительного клапанов, давление срабатывания автоматов золотников и открытия предохранительного клапана. При неудовлетворительном состоянии этих составных частей гидросистема работает плохо или совсем не работает.

Об износном состоянии насоса гидросистемы и его остаточном ресурсе судят по подаче, которую определяют дроссель-расходомером непосредственно на тракторе.

Состояние гидроувеличителя сцепного веса (ГСВ), тракторов Т-54В, МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л, МТЗ-50, МТЗ-50Л, МТЗ-52, МТЗ-52Л, МТЗ-50ПЛ оценивают главным образом по давлению срабатывания предохранительного клапана, давлению подпора масла в основном цилиндре и герметичности ГСВ и запорного клапана.

Основное условие бесперебойной работы гидросистемы в течение межремонтного периода — соблюдение правил и технологий технического обслуживания. Следует своевременно подтягивать крепления, заменять рабочую жидкость и промывать фильтры и систему дизельным топливом, заменять изношенные резиновые уплотнения и другие детали, а также выполнять необходимые регулировочные работы в мастерской на стенде.

§ 2. Диагностирование и промывка основного фильтра

Состояние фильтра проверяют по давлению масла в сливной магистрали с помощью устройства КИ-5472 ГОСНИТИ.

От полости распределителя, предназначенной для одного из выносных цилиндров и сообщаемой со сливной магистралью, отсоединяют запорное устройство и подключают к ней приспособление КИ-5472. Рукоятку золотника, к полости которого подключено приспособление, устанавливают в позицию «плавающая».

Во избежание несчастного случая и выхода из строя приспособления категорически запрещается перестав-

лять рукоятку распределителя из позиции «плавающая» в другую.

Пускают дизель и, удерживая рукоятку золотника управления основным силовым цилиндром в позиции «подъем», прогревают масло в гидросистеме до температуры 45...50° С. Устанавливают номинальную частоту вращения коленчатого вала и определяют по манометру устройства давление масла. Если оно окажется ниже 0,1 МПа, то это свидетельствует о неисправности фильтра, если выше 0,25 МПа, снимают фильтр, разбирают и тщательно промывают в дизельном топливе фильтрующие элементы и другие детали фильтра; продувают фильтрующие элементы сжатым воздухом, собирают фильтр и устанавливают на место.

§ 3. Проверка общего состояния гидросистемы

Осматривают места соединений и проверяют состояние маслопроводов. Убеждаются в отсутствии подтекания масла через уплотнения. Устраняют обнаруженные неисправности.

Проверяют уровень масла в баке гидросистемы и при необходимости доливают свежее масло до нормального уровня. Сливают скопившееся масло из гидроаккумулятора.

Проверяют действие рукояток распределителя, а также ГСВ, переводя их по 2...3 раза в фиксированные позиции. Рукоятки должны легко перемещаться и надежно удерживаться в рабочих позициях.

Пускают дизель, устанавливают поочередно рукоятки распределителя в позицию «подъем» и, удерживая каждую из них в этой позиции в течение 0,5 мин, прогревают масло до температуры 45...55° С.

Проверяют взаимодействие составных частей гидросистемы. Для этого, перемещая рычаг управления золотником, взаимодействующим с основным (задним) силовым цилиндром, из нейтральной позиции в рабочие, наблюдают за работой механизма навески. Он должен перемещаться плавно, без рывков и вибрации. Начало перемещения должно совпадать с моментом перестановки рукоятки распределителя из нейтральной позиции в позицию «подъем» или «опускание». По окончании перемещения штока силового цилиндра рукоятка должна возвращаться в нейтральную позицию.

§ 4. Диагностирование агрегатов гидросистемы с помощью прибора КИ-5473 ГОСНИТИ

Распределитель*. В соответствии с конструкцией присоединительного устройства вывертывают штуцер нагнетательного маслопровода из корпуса распределителя или же отсоединяют от штуцера распределителя нагнетательный маслопровод и вывертывают штуцер из корпуса распределителя. В первом случае ввертывают в корпус удлиненный технологический штуцер с тройником 3 (рис. 96), присоединяют к одному из штуцеров тройника входной шланг прибора 2, а на два других штуцера навинчивают заглушки 4. Во втором случае ввертывают в корпус распределителя 5 короткий технологический штуцер с тройником, присоединяют к одному из штуцеров тройника нагнетательный маслопровод 6, ко второму входной шланг прибора, а на третий навинчивают заглушку.

Соединяют сливной шланг прибора КИ-5473 с баком 9 гидросистемы. Включают насос, устанавливают рукоятку прибора в позицию «открыто», пускают дизель и устанавливают среднюю частоту вращения коленчатого вала. Переводят одну из рукояток управления золотниками в позицию «подъем» и при давлении 4..5 МПа прогревают масло в баке 9 гидросистемы до температуры 45..55° С. Заполняют гидроцилиндры прогретым маслом, сделав пять-шесть подъемов и опускающий механизма навески.

Переводят рукоятку управления золотником, к которому подключен гидроцилиндр 8, в позицию «подъем». Вращая рукоятку прибора по часовой стрелке, устанавливают давление 10 МПа и по показанию прибора определяют расход масла. Переводят рукоятку управления золотником в позицию «нейтральная», а рукоятку прибора в позицию «открыто».

Если расход масла окажется менее допускаемого значения, определяют подачу насоса гидросистемы и оценивают состояние насоса и распределителя.

В целях снижения трудоемкости диагностирования агрегатов гидросистемы подачу насоса определяют после проверки состояния распределителя и гидроцилиндров.

* Тракторы всех марок, кроме МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л.

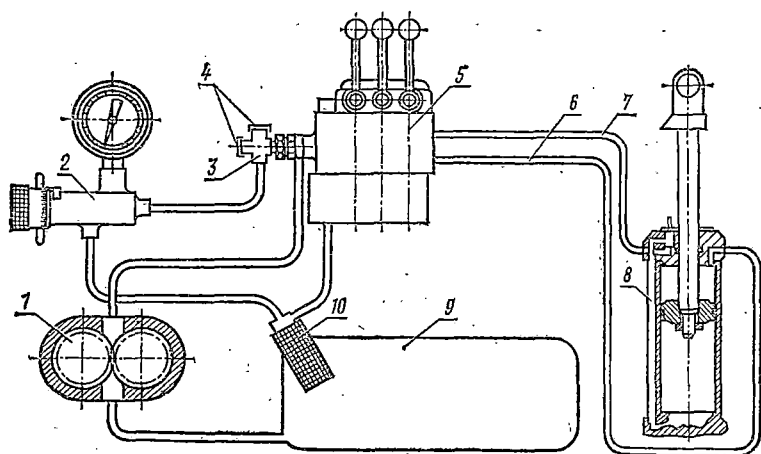


Рис. 96. Схема проверки состояния распределителя гидросистемы навесного устройства с помощью прибора КИ-5473 ГОСНИТИ:

1 — насос; 2 — прибор КИ-5473; 3 — тройник; 4 — заглушки; 5 — распределитель; 6, 7 — маслопроводы; 8 — гидроцилиндр; 9 — масляный бак; 10 — фильтр.

Распределитель и силовой (позиционный) регулятор*.

Подключают прибор КИ-5473 ГОСНИТИ к маслопроводам, предназначенным для присоединения одного из выносных цилиндров. Входной канал прибора соединяют с верхней кольцевой полостью распределителя, а сливной — с нижней. Пускают дизель, устанавливают номинальную частоту вращения коленчатого вала и при необходимости прогревают масло в баке гидросистемы до 45...55° С.

Измеряют расход масла при работе распределителя. Для этого устанавливают рукоятки ГСВ и регулятора в позицию «выкл.», а рукоятку золотника, к которому подключен прибор, и рукоятку золотника основного цилиндра в позицию «подъем». Поворачивая рукоятку прибора, устанавливают давление 10 МПа и по шкале прибора определяют расход масла. Переводят рукоятку прибора в позицию «открыто».

Измеряют расход масла при работе регулятора. Для этого, не изменяя позиций рукоятки ГСВ и рукоятки золотника, к которому подключен при-

* Тракторы МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л.

бор, переводят рукоятку золотника основного цилиндра в «нейтральную» позицию, а рукоятку регулятора в позицию «подъем». Удерживая рукоятку регулятора в позиции «подъем», устанавливают давление 10 МПа и по шкале прибора определяют расход масла. Переводят рукоятку прибора в позицию «открыто».

Если расход масла при работе распределителя или регулятора окажется менее 29 л/мин, необходимо проверить расход масла при отключенном регуляторе.

Измеряют расход масла при отключенном регуляторе. Для этого останавливают дизель. Отсоединяют от регулятора маслопровод, соединяющий регулятор с насосом, и заглушают его. Пускают дизель, устанавливают номинальную частоту вращения коленчатого вала и прогревают масло в баке гидросистемы до рабочей температуры (45...55° С). Не изменяя позиции рукоятки распределителя, доводят давление до 10 МПа и фиксируют показание прибора.

Если расход масла превысит 32 л/мин, регулятор подлежит ремонту. При расходе масла менее 29 л/мин проверяют подачу масляного насоса и оценивают состояние насоса и распределителя.

Давление открытия предохранительного клапана и автоматического возврата золотников распределителя проверяют в таком порядке.

Устанавливают среднюю частоту вращения коленчатого вала и, удерживая рукоятку золотника, к которому подключен основной цилиндр в позиции «подъем», плавно перекрывают дроссельное отверстие прибора и по показанию манометра фиксируют давление открытия предохранительного клапана. Переводят рукоятку прибора в позицию «открыто» и освобождают рукоятку золотника.

Номинальное давление открытия предохранительного клапана составляет 13...14 МПа, допускаемое — 12,5...14,0 МПа (для тракторов Т-150, Т-150К, МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л, — соответственно 14,5...16,0 МПа и 14...16 МПа).

Плавно поворачивая рукоятку прибора по часовой стрелке, доводят давление до момента автоматического возврата рукоятки золотника в позицию «нейтральная» и фиксируют показание манометра. Переводят рукоятку прибора в позицию «открыто».

Чтобы проверить давление автоматического возврата других золотников, устанавливают рукоятку проверяемого золотника в позицию «подъем». Рукоятку золотника, к которому подключен прибор, снова переводят в позицию «подъем» и, удерживая ее в этой позиции, плавно повышают давление до момента возврата рукоятки проверяемого золотника в позицию «нейтральная». Переводят рукоятку прибора в позицию «открыто».

Номинальное давление автоматического возврата золотника в «нейтральную» позицию равно 11,0...12,5 МПа, допускаемое — 10,5...12,5 МПа (для тракторов Т-150К, МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л — соответственно 12,5...13,5 МПа и 12...13,5 МПа).

Если давление открытия предохранительного клапана выходит за пределы допускаемых значений, клапан регулируют.

Если давление автоматического возврата золотников распределителя выходит за допускаемые пределы, распределитель следует отправить в мастерскую для испытания на стенде.

Силовой цилиндр. Отсоединяют маслопровод 6 (рис. 96), подключенный к надпоршневой (штоковой) полости гидроцилиндра, от распределителя 5 и гидроци-

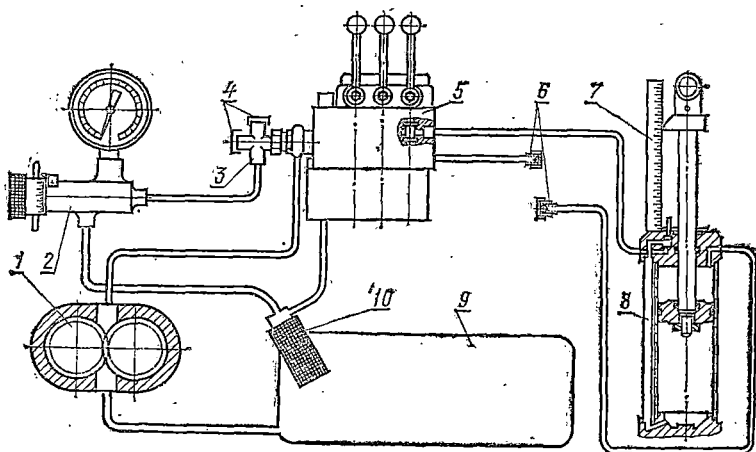


Рис. 97. Схема проверки состояния гидроцилиндра гидросистемы навесного устройства с помощью прибора КИ-5473 ГОСНИТИ и линейки:

6 — запорное устройство; 7 — масштабная линейка (обозначения остальных позиций см. в подписи под рис. 96).

линдра 8. Присоединяют к распределителю и гидроцилиндру технологические шланги с половинами муфты запорного устройства (рис. 97). Пускают дизель и устанавливают среднюю частоту вращения коленчатого вала. Заполняют полости гидроцилиндра прогретым маслом, сделав 5...6 подъемов и опусканий механизма навески. У тракторов Т-54В, МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л, МТЗ-50, МТЗ-50Л, МТЗ-52, МТЗ-52Л, МТЗ-50ПЛ перемещают рукоятку ГСВ в позицию «заперто».

Поворачивают рукоятку управления золотником, к которому подключен гидроцилиндр, в позицию «подъем». При помощи рукоятки прибора КИ-5473 устанавливают давление 10 МПа и измеряют линейкой 7 расстояние между головкой штока и крышкой гидроцилиндра. Переводят рукоятку управления золотником в позицию «нейтральная», а рукоятку прибора — в позицию «открыто».

Если усадка штока превышает 7,5 мм за 3 мин, гидроцилиндр подлежит текущему ремонту. Если утечка масла по штоку превышает 15 капель за 3 мин, необходимо заменить уплотнительное кольцо.

Насос гидросистемы. При определении подачи насоса выполняют следующие работы.

В соответствии с конструкцией присоединительного устройства отсоединяют тройник 3 (см. рис. 96) от пустотелого технологического штуцера или отсоединяют от тройника нагнетательный маслопровод, а тройник — от пустотелого технологического штуцера. Вывертывают технологический штуцер из корпуса распределителя и ставят вместо него штуцер-заглушку.

В первом случае присоединяют к штуцеру-заглушке тройник с присоединенным к нему входным шлангом прибора КИ-5473 (два других штуцера тройника заглушены). Во втором случае присоединяют к штуцеру-заглушке тройник со свободным штуцером, к которому подключают нагнетательный маслопровод (из остальных двух штуцеров один заглушен, а ко второму подключен входной шланг прибора).

Пускают дизель и устанавливают номинальную частоту вращения коленчатого вала. При необходимости прогревают масло в баке гидросистемы до температуры 45...55° С, создав давление 5...6 МПа. Поворачивая рукоятку прибора по часовой стрелке, доводят давление

до 10 МПа и по показанию прибора определяют подачу насоса. Если она окажется менее допускаемого значения, насос подлежит ремонту. Если подача соответствует допускаемому значению, а расход ниже допускаемого, распределитель подлежит ремонту.

Останавливают дизель. Отсоединяют прибор от гидросистемы и приводят гидросистему в рабочее состояние.

На тракторах Т-40, Т-40А, Т-40М, Т-40АМ подачу насоса определяют в том случае, если при диагностировании гидроусилителя эта работа не выполнялась.

§ 5. Диагностирование гидроувеличителя сцепного-веса*

Навешивают на трактор машину или орудие. Пускают дизель при включенном насосе гидросистемы и проверяют работу гидросистемы, несколько раз подняв и опустив машину. У тракторов МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л отсоединяют блокировочную тягу управления задним цилиндром от рычага гидроувеличителя сцепного веса.

Проверяют давление срабатывания предохранительного клапана. Для этого, опустив навесную машину (орудие), при нейтральной позиции рукояток распределителя отсоединяют шланг от штуцера подъемной полости основного силового цилиндра и подсоединяют к штуцеру цилиндра сливной шланг прибора КИ-5473. К свободному концу шланга гидросистемы подсоединяют нагнетательный шланг прибора. Устанавливают рукоятку прибора в позицию «открыто», а рукоятку ГСВ в позицию «вкл.» и прогревают масло в гидросистеме до 45...50° С, несколько раз подняв и опустив навесную машину при средней частоте вращения коленчатого вала.

Устанавливают рукоятку ГСВ в позицию «выкл.», а рукоятку распределителя в позицию «подъем» и поднимают навешенную машину (орудие). После полного подъема машины и возвращения рукоятки в нейтральную позицию устанавливают рукоятку ГСВ в позицию «вкл.» и поворачивают маховичок регулятора давления против часовой стрелки до отказа. В конце опускания

* Тракторы Т-54В, МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л, МТЗ-50, МТЗ-50Л, МТЗ-52, МТЗ-52Л, МТЗ-50ПЛ.

машины по показанию манометра прибора определяют давление открытия предохранительного клапана. Затем аналогично проверяют давление срабатывания клапана, повернув маховичок против часовой стрелки до отказа.

Номинальное давление срабатывания предохранительного клапана при повороте маховичка до отказа по часовой стрелке составляет 1,6 МПа, а при повороте против часовой стрелки — 5,3 МПа; допускаемые отклонения давления от номинальных значений соответственно равны 1...2 и 4...6 МПа.

Если давление срабатывания предохранительного клапана выходит за пределы допускаемых значений, ГСВ направляют в мастерскую для испытания и регулировки на стенде.

При проверке давления подпора масла, создаваемого ГСВ, опускают машину, устанавливают рукоятку золотника в позицию «плавающая» и останавливают дизель. Отсоединяют сливной шланг прибора КИ-5473 от штуцера основного цилиндра и опускают его конец в чистое ведро. Устанавливают рукоятку золотника в нейтральную позицию, переводят рукоятку ГСВ в позицию «вкл.» и, переведя рукоятку прибора в позицию «открыто», разряжают гидроаккумулятор, после чего переводят рукоятку прибора в позицию «закрыто».

Пускают дизель и, установив минимальную устойчивую частоту вращения коленчатого вала, переводят рукоятку распределителя в позицию «подъем». По показанию манометра прибора определяют давление подпора, создаваемое гидроаккумулятором при крайней правой и левой позициях маховичка регулятора давления, повернув его до отказа сначала по ходу, а затем против хода часовой стрелки. Для повторных измерений разряжают гидроаккумулятор, открывая дроссель прибора.

Давление подпора при крайней правой позиции маховичка должно составлять 0,8...1,2 МПа, при крайней левой — 2,6...3,1 МПа. Если оно окажется ниже указанных пределов, ГСВ снимают и отправляют в мастерскую для ремонта и регулировки.

Работу ГСВ проверяют в такой последовательности.

Не изменяя подсоединения прибора КИ-5473 к гидросистеме, переводят рукоятку золотника основного цилиндра в нейтральную позицию, а рукоятку ГСВ в по-

зицию «вкл.» и, установив рукоятку прибора в позицию «открыто», полностью разряжают гидроаккумулятор.

Переводя маховичок в одну из крайних позиций, а рукоятку прибора в позицию «закртыо», определяют диапазон и характер изменения давления в гидроаккумуляторе.

При поворачивании маховичка ГСВ из одной крайней позиции в другую давление в гидроаккумуляторе должно изменяться от 0,8...1,2 до 2,6...3,1 МПа скачками. В этом интервале должно быть не менее трех-четырех скачков с учетом первоначальной зарядки гидроаккумулятора.

При проверке герметичности запорного клапана ГСВ пускают дизель и поднимают машину в транспортное положение. Устанавливают рукоятку ГСВ в позицию «заперто» и линейкой измеряют расстояние между упором и крышкой чистика. Через 15 мин измеряют это расстояние вторично и определяют величину усадки штока силового цилиндра. Если усадка превышает 20 мм, поднимают машину и, разъединив запорное устройство в линии подъемной полости цилиндра, снова измеряют величину усадки штока за 15 мин.

Разность величин усадок в первом и втором случаях не должна превышать 12 мм. При большей разнице ГСВ подлежит ремонту.

Проверяют и регулируют механизм блокировки рычагов ГСВ и распределителя у тракторов МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л. Для этого устанавливают рукоятку ГСВ в позицию «сброс давления», а рукоятку распределителя, управляющую задним цилиндром, в позицию «подъем». Не меняя позиций рычагов, присоединяют блокировочную тягу к рычагу ГСВ, отрегулировав при необходимости ее длину. При установке рукоятки распределителя в позицию «плавающая» рычаг ГСВ должен переместиться в позицию «ГСВ выключен».

Контрольные вопросы

1. По каким параметрам оценивают состояние гидравлической системы навесного устройства?
2. Укажите порядок диагностирования основного фильтра гидросистемы с помощью приспособления КИ-5472 ГОСНИТИ.
3. Как определить состояние распределителя гидросистемы по расходу масла?

4. Каков порядок диагностирования распределителя и силового (позиционного) регулятора на тракторах МТЗ-80, МТЗ-82?

5. Как проверить давление открытия предохранительного клапана и автоматического возврата золотников распределителя гидросистемы?

6. Назовите порядок диагностирования силового цилиндра гидросистемы.

7. Как проверяют подачу насоса гидросистемы и каким образом оценивают износное состояние насоса и распределителя?

8. В каком порядке диагностируют гидроувеличитель сцепного веса?

Глава XII

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ЗЕРНУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ*

§ 1. Параметры состояния составных частей комбайна

К основным параметрам технического состояния комбайна относятся следующие: натяжение ремней и их утопание в нерегулируемых шкивах; износ (удлинение) цепей и толщина звездочек; зазоры в подшипниках качения; погнутость валов и биение шкивов или звездочек; зазор в сопряжениях типа ось—штулка; износ рабочих поверхностей предохранительных муфт и зазоры между витками нажимных пружин; свободное перемещение пальцев граблин подборщика относительно наружной поверхности ската и зазоры в подшипниках подборщика; прямолинейность пальцевого бруса, взаимное расположение пальцев, износ шаровой поверхности головки ножа, зазоры в подшипниках коромысла привода ножа и вилки кардана привода режущего аппарата; износ эксцентрика, сопряжения луч—трубка пальцев и прогиб вала мотовила; продольное перемещение пальцев и зазор в пальчиковом механизме шнека жатки; относительное удлинение транспортера и величина деформации наклонной камеры; износ рифов бичей барабана и планок подбарабання молотилки; биение и осевое перемещение вала крылача механизма очистки; износ скребков, осевое перемещение шнеков, зазоры между крышками люков и кожухами шнеков, натяжение

* Технология диагностирования и обслуживания дизеля, пускового двигателя и электрооборудования комбайна описана в главах III..VII данного раздела.

цепей элеваторов, зазоры между контактами электрических сигнализаторов транспортирующих органов; полнота зацепления зубьев шестерен коробки передач; биеение среднего диска и величина перемещения его относительно левого крайнего диска; зазоры в подшипниках вариатора скорости движения комбайна; свободный ход педали муфты сцепления, сжатие пружин педали и зазор между упорным болтом и рычагом валика муфты; осевые зазоры в подшипниках управляемых колес, зазоры в шкворневых соединениях и сходимость колес; зазоры между тормозными накладками и барабанами колесных тормозов; подача насосов гидравлических систем; давление открытия предохранительных клапанов; время подъема жатки (обобщенный параметр); натяжение ремней привода насосов (у комбайна СК-6).

Рассмотрим последствия, вызываемые отклонением перечисленных параметров от номинальных и допускаемых значений.

При недостаточном натяжении ремней ухудшается работа соответствующих рабочих органов, влекущая за собой забивание хлебной массой молотильного устройства, соломотряса, грохота, очистки, шнеков и элеваторов.

В случае чрезмерного износа (удлинения) цепей наблюдаются повышенный шум и стуки, усиливается износ звездочек, снижается надежность и долговечность механизмов привода рабочих органов комбайна.

Увеличение зазоров в подшипниках сверх допускаемых значений, погнутость валов и биеение шкивов или звездочек наряду с увеличением интенсивности изнашивания подшипников влечет за собой ухудшение технологического процесса работы комбайна.

Вследствие износа рабочих поверхностей предохранительных муфт и потери упругости нажимных пружин забиваются шнеки и элеваторы молотилки.

Чрезмерный износ рабочих органов жатки ведет к неравномерному срезу стерни, пропуску стеблей и потере срезанной массы.

При износе механизмов трансмиссии в результате перекоса валов и шестерен, а также уменьшении контактных поверхностей шестерен происходит аварийное изнашивание сопрягаемых деталей.

В случае большого зазора между выжимным подшипником и рычажками нажимного диска муфты сцепления или неисправности тормозка первичный вал коробки передач продолжает вращаться после выключения муфты. Это влечет за собой аварийное изнашивание зубьев шестерен коробки по торцу профиля. Если зазор между указанными сочленениями отсутствует, то снижается скорость передвижения комбайна и наблюдается чрезмерный нагрев муфты вследствие пробуксовывания дисков, способствующий аварийному изнашиванию фрикционных накладок. Невозвращение педали муфты в исходное положение указывает на потерю упругости пружин сервомеханизма.

Чрезмерное увеличение зазоров в подшипниках управляемых колес и зазоров между шкворнями и втулками, а также нарушение сходимости колес влечет за собой ухудшение управляемости комбайна и возрастание интенсивности изнашивания протекторов шин.

Признаком увеличения зазора между барабаном и накладками колодок тормоза сверх допускаемого значения является большой ход педали (до упора в пол). В случае недостаточного зазора происходит перегрев тормозных барабанов и аварийное изнашивание тормозов при езде без торможения. Барабаны могут греться также при нарушении регулировок подшипников колес.

При неисправностях в гидравлической системе ухудшается ее работоспособность (нарушается действие распределителя, увеличивается время подъема жатки, возрастает усилие на ободу рулевого колеса, затрудняется поворот управляемых колес и др.).

Кроме отмеченных нарушений, отклонение перечисленных параметров от номинальных и допускаемых значений влечет за собой снижение производительности и экономичности комбайна при эксплуатации.

§ 2. Неисправности комбайнов и способы их устранения

Приведем характерные неисправности комбайнов (левая колонка), их внешние признаки (средняя колонка), а также способы устранения этих неисправностей (правая колонка).

Жатвенная часть

Поломаны сегменты ножа; притуплены вкладыши пальцев

Большой зазор в сферических шарнирах щечек ножа или щечек шатуна

Вытянулись цепи плавающего транспортера

Большой зазор между спиралью шнека и регулируемым козырьком

Завышена или занижена частота вращения мотовила

Неправильно установлена ось коромысла ножа

Перекошен нижний шкив вариатора

Неровный срез стерни; остаются нескошенные стебли

Чрезмерный стук ножа

Чрезмерный стук цепей

Наматывание хлебной массы на шнек

Потери зерна и колоса за жаткой

Усиленный износ направляющей головки ножа

Односторонний износ звездочки вариатора

Заменить изношенные сегменты или вкладыши

Подтянуть болты щечек ножа или гайки на шпильке щечек шатуна

Равномерно подтянуть цепи с обеих сторон

Установить минимально возможный зазор с учетом биеения шнека

Отрегулировать частоту вращения мотовила

Перемещением оси коромысла добиться равномерного отклонения головки коромысла вперед и назад относительно головки ножа

Отрегулировать положение нижнего шкива вариатора

Молотилка

Большие зазоры между подбарабаньем и бичами барабана

Занижена частота вращения барабана

Повреждены рабочие поверхности планок подбарабанья или бичей барабана

Малые зазоры между подбарабаньем и бичами барабана

Зарышена частота вращения барабана

Неполное выделение зерна из колоса (недомолот)

То же

»

Механическое повреждение зерна (дробление); потери зерна за соломотрасом и очисткой; солоmistая масса сильно измельчена

То же

Отрегулировать зазоры между подбарабаньем и бичами

Отрегулировать частоту вращения барабана

Устранить повреждения

Отрегулировать зазоры

Отрегулировать частоту вращения

Чрезмерно провисает тяга, соединяющая распределитель с двуплечим рычагом на оси заднего клапана; укорочена дублирующая тяга, соединяющая рычаг педали с рычагом распределителя (при опущенной педали она не позволяет датчику переключить золотник на «нагнетание»)

Слабо натянуты пружины над днищем копнителя

Слабо затянуты конусные втулки крайних подшипников (валы вышли из средней опоры)

Уменьшена упругость пружины предохранительной муфты

Нарушено положение ролика автомата относительно кулачка предохранительной муфты

Слабо натянута тяга автомата

Сильно затянута пружина предохранительной муфты

Загрязнены рабочие поверхности кулачков муфты

То же

При уборке влажной массы копна выгружается не полностью

Зубья граблин смещены в просветах между отсекаателями

Неполный копнитель открывается автоматически

Перегруженный копнитель не открывается автоматически

То же

»

»

Отрегулировать длину тяги (укоротить)

Отрегулировать натяжение пружин

Ввести валы в среднюю опору и затянуть конусные втулки крайних подшипников

Отрегулировать сжатие пружины

Отрегулировать положение ролика

Натянуть тягу

Отрегулировать сжатие пружины

Очистить поверхности кулачков и покрыть тонким слоем смазки

Мост ведущих колес

Большой зазор между выжимным подшипником и рычажками нажимного диска муфты сцепления

Неисправен тормозок первичного вала коробки передач

Шум в коробке при включении передач

То же

Отрегулировать зазор между упорным болгом и рычагом валика муфты

Заменить ленту тормозка

Изношена сфера фиксатора механизма переключения передач	Произвольное са-мовыключение пе-редач	Заменить фикса-тор
Изношены торцы шестерен коробки пе-редач	То же	Заменить шестер-ни
Нет зазора между выжимным подшип-ником и рычажками нажимного диска муфты сцепления	Комбайн не разви-вает требуемой ско-рости (муфта сцепле-ния пробуксовывает)	Отрегулировать за-зор между упорным болтом и рычагом валика муфты
Замасливаются или чрезмерно изношены фрикционные наклад-ки муфты сцепления	То же	Промыть рабочие поверхности дисков в бензине или заменить фрикционные наклад-ки; устранить причи-ну попадания смазки на рабочие поверхно-сти дисков Отрегулировать за-зор
Большой зазор между барабаном и накладками колодок тормоза	Увеличен ход педа-ли тормоза (до упора в пол); торможение осуществляется пу-тем неоднократного нажатия на педаль	
Замасливаются фрикционные наклад-ки тормозов	Торможение осу-ществляется путем неоднократного на-жатия на педаль	Промыть рабочие поверхности тормо-зов; устранить при-чину попадания на них смазки
Заклинивают порш-ни в тормозных ци-линдрах	Тормозные бара-баны нагреваются при езде без тормо-жения	Разобрать и про-мыть цилиндры; ус-транить причину за-клинивания
Недостаточный за-зор между тормозны-ми колодками и ба-рабанами тормозов	То же	Отрегулировать за-зор
Нарушена регули-ровка толкателя главного тормозного цилиндра	»	Отрегулировать длину толкателя
Засорено компен-сационное отверстие в главном тормозном цилиндре	»	Прочистить отвер-стие и промыть тор-мозную систему

Вариатор скорости движения комбайна

Заедает средний диск	Вариатор не изме-няет скорости движе-ния комбайна	Смазать средний диск

Неправильно отрегулировано положение вариатора

Перекоś блока шкивов вариатора; усиленный износ одной стороны ремня

Отрегулировать растяжками положение вариатора

Мост управляемых колес

Нарушена сходимость колес

Нарушена регулировка конических подшипников колес

Увеличен радиальный зазор между шкворнями и втулками

Увеличен зазор между кулаком и опорным кронштейном

Нарушена регулировка длины штока цилиндра гидроусилителя рулевого управления

Повышенный износ протектора
То же

Стуки в шкворневых соединениях

То же

После крутых поворотов управляемые колеса невозможно установить в исходное положение (поперечная тяга становится на одной прямой с рычагом трапеции)

Отрегулировать сходимость

Отрегулировать подшипники

Заменить шкворни и втулки

Отрегулировать зазор регулировочными прокладками

Отрегулировать длину штока гидроцилиндра (вращением штока)

Основная гидравлическая система

Занижено давление открытия предохранительного клапана

Пониженный уровень масла в баке гидросистемы

Разгерметизирован предохранительный клапан

Не работают все потребители

То же

»

Отрегулировать клапан

Долить масло до нормального уровня

Разобрать, очистить и промыть плунжер; устранить неисправность

Заклинен плунжер переливного клапана секционного распределителя

Золотник распределителя копнителя не возвращается в исходное положение

Не работают все потребители, кроме копнителя

Не работают все потребители; перегревается масло в гидросистеме

То же

Отсоединив тягу золотника, выявить и устранить причину; при необходимости отрегулировать длину тяги

Наличие значительных вмятин в одном из трубопроводов гидроцилиндров подъема жатки

Наличие воздуха в гидроприводе вариатора мотовила

Не отрегулирована длина тяг, соединяющих рукоятки и золотники распределителя

Утечки в запорных устройствах секционного распределителя

Повреждено уплотнительное кольцо во втулке запорного клапана рабочей секции

Один или несколько золотников рабочих секций секционного распределителя не возвращается в нейтральную позицию (масло циркулирует через предохранительный клапан)

Подсос воздуха во всасывающих маслопроводах (от гидробака к насосу)

Недостаточно натянут ремень привода насосов у комбайна СК-6

Замедленный подъем жатки

Неустойчивая работа вариатора

При включении рукояток распределителя потребители перемещаются в одну сторону

Произвольное изменение заданного положения потребителей

То же

Не работает гидроавтоматическая система копнителя и остальные потребители, управляемые секционным распределителем; сильный нагрев масла в гидросистеме

В баке гидросистемы образуется пена

Замедленный подъем жатки

Заменить трубопровод или устранить вмятины

Удалить воздух из трубопроводов и гидроцилиндра вариатора

Отрегулировать длину тяг

Вывернув пробки запорных устройств секционного распределителя, вынуть втулку и шарик и притереть шарик к гнезду втулки; при необходимости заменить втулку и шарик. Заменить уплотнительное кольцо

Устранить причину заедания в тягах, рычагах и механизмах управления золотником; при необходимости заменить секцию или притереть золотник к корпусу

Затянуть хомуты всасывающих шлангов

Отрегулировать натяжение ремня

Гидрообъемное рулевое управление комбайнов СК-5 и СК-6

Полости насоса-дозатора не заполнены рабочей жидкостью (при наличии воздуха в системе)

При вращении рулевого колеса управляемые колеса не поворачиваются

Удалить воздух из системы

Заклинен поршень предохранительного клапана или засорено дроссельное отверстие поршня

Золотник распределителя заклинен в одном из крайних положений

При вращении рулевого колеса управляемые колеса поворачиваются незначительно в ту или другую сторону

Управляемые колеса поворачиваются в одну сторону

Промыть поршень; прочистить дроссельное отверстие

Заменить распределитель или притереть золотник к корпусу

Гидроусилитель рулевого управления комбайна СКД-5

Неправильный зазор в паре червяк — ролик рулевого управления

Занижено давление открытия предохранительного клапана или нарушена его герметизация

Ограничен ход скользящего стакана и золотника вследствие выступания торца пробки за торец золотника

Изношено резиновое кольцо или поломана плоская пружина тормозка гасителя автоколебаний

Подсос воздуха во всасывающей магистрали насоса

Увеличен зазор в паре червяк — ролик рулевого механизма

Управляемые колеса поворачиваются с большим усилием

То же

Затруднен поворот управляемых колес в одну сторону

Вибрация управляемых колес

Обильное выделение пены в гидробаке

Большой свободный ход рулевого колеса

Отрегулировать зазор в паре червяк — ролик

Отрегулировать давление открытия клапана; промыть клапан; устранить дефекты

Снять распределитель; найти и устранить неисправность

Заменить резиновое кольцо или плоскую пружину тормозка

Подтянуть хомуты крепления шлангов; заменить уплотнения в муфтах

Отрегулировать зазор в паре червяк — ролик

§ 3. Содержание работ при плановом техническом обслуживании комбайнов

Планово-предупредительная система технического обслуживания комбайнов предусматривает:

техническое обслуживание при транспортировании;

техническое обслуживание при эксплуатационной обкатке;

ежесменное техническое обслуживание (ЕТО);

первое техническое обслуживание (ТО-1);

второе техническое обслуживание (ТО-2);

техническое обслуживание при хранении, которое проводится в соответствии с ГОСТ 7751—79.

Согласно правилам, при плановом техническом обслуживании диагностические, очистительные и смазочные работы выполняют обязательно. Регулировку механизмов и устранение неисправностей выполняют по потребности.

ЕТО и ТО-1 проводят в полевых условиях с использованием передвижных агрегатов технического обслуживания АТО-1500Г, АТО-АМ, АТО-4822 ГОСНИТИ, АТО-9966 ГОСНИТИ, АТО-1768 ГОСНИТИ и переносного диагностического комплекта КИ-13901Ф ГОСНИТИ.

ТО-2 и техническое обслуживание при хранении проводят на машинном дворе. При ТО-2 используют одно из следующих средств диагностирования: передвижную ремонтно-диагностическую мастерскую МПР-817Д ГОСНИТИ (МПР-9924 ГОСНИТИ), передвижную диагностическую установку КИ-4270А ГОСНИТИ (КИ-13905 ГОСНИТИ), стационарный диагностический комплект КИ-5308А ГОСНИТИ, агрегат КИ-3967М ГОСНИТИ для диагностирования комбайнов.

Ежесменное техническое обслуживание проводится перед началом работы. Оно включает: очистку агрегатов комбайна от пыли, грязи и пожнивных остатков; устранение (при необходимости) течи топлива, масел, тормозной и охлаждающей жидкостей; проверку состояния и надежности креплений наиболее ответственных составных частей дизеля и комбайна; проверку уровня масла; смазывание трущихся сочленений в соответствии с таблицей смазки.

Первое техническое обслуживание проводится через каждые 60 ч. Оно предусматривает: очистку агрегатов комбайна от пыли, грязи и пожнивных остатков; устранение (при необходимости) течи топлива, масел, тормозной и охлаждающей жидкостей; подтяжку (при необходимости) креплений; обслуживание воздухоочистителя и аккумуляторной батареи; слив отстоя из топливных баков и фильтров; очистку и промывку центробежного маслоочистителя, масляного фильтра турбокомпрессора, фильтра и сапуна гидросистемы; прочистку отверстий в крышках и пробках; проверку уровней и доливку (при необходимости) дистиллированной воды

в аккумуляторную батарею, тормозной жидкости, топлива, охлаждающей жидкости и масла; смазывание сочленений (согласно таблице смазки); проверку и регулировку по потребности рабочих органов; проверку работы (вхолостую) дизеля и механизмов комбайна, а также показаний контрольных приборов; проверку на слух работы центробежного маслоочистителя и турбокомпрессора после остановки дизеля.

Второе техническое обслуживание проводится после окончания уборочных работ при наработке не менее 280 ч. Оно предусматривает полную очистку и мытье комбайна, а также диагностирование агрегатов комбайна по ресурсным параметрам с целью определения потребности в ремонте.

Если комбайны не нуждаются в ремонте, устраняют обнаруженные неисправности, проводят необходимые регулировки, заполняют емкости и смазывают трущиеся сопряжения согласно таблице и карте смазки.

Техническое обслуживание при хранении и проводится при подготовке к хранению, в период хранения и при снятии с хранения. При подготовке комбайна к хранению очищают и промывают фильтр грубой очистки топлива дизеля и фильтр-отстойник пускового двигателя, топливоподводящий штуцер карбюратора, крышку и фильтр заливной горловины топливного бака, фильтр и сапун гидросистемы, сапун дизеля, масляный фильтр турбокомпрессора и центробежный маслоочиститель. Полностью прочищают и промывают воздухоочиститель. Консервируют дизель, пусковой двигатель и комбайн. Снимают с комбайна и консервируют цепи и деревянные подшипники. Снимают, промывают и покрывают тальком ремни, протирают насухо и покрывают светозащитным составом (алюминиевой краской) шланги, ослабляют натяжение пружин. Снимают и сдают на хранение генератор, реле-регулятор, стартер и магнето пускового двигателя, а также нож режущего аппарата. Закрывают заглушками горловины, отверстия под шупы, сапуны, выхлопные трубы и соединительные плоскости крепления стартера и магнето. Снимают аккумуляторную батарею и сдают в электромастерскую. Снижают давление в шинах до 0,15...0,16 МПа; наносят на шины алюминиевую краску для защиты от солнца. Подкрашивают у комбайна места с поврежденной окраской и устанавливают его на подставки.

В период хранения периодически проверяют состояние защитных покрытий на поверхностях составных частей комбайна, давление воздуха в шинах, устраняют обнаруженные неисправности.

При снятии с хранения и подготовке комбайна к работе проводят расконсервацию составных частей комбайна, удаляют предохранительные пробки и заглушки, устанавливают на комбайн снятые составные части, промывают все емкости и заменяют масла, заправляют топливом и охлаждающей жидкостью, регулируют натяжение пружин и давление воздуха в шинах, проверяют и регулируют рабочие органы, проверяют работу пускового двигателя, дизеля и механизмов комбайна, а также эффективность действия тормозной системы и ручного тормоза.

Кроме планового (регламентного) технического обслуживания, существует заявочное техническое обслуживание комбайнов с использованием соответствующих средств диагностирования, которое проводят при возникновении неисправностей и отказов.

§ 4. Средства диагностирования, применяемые при проверке и регулировке механизмов комбайна

Состояние механизмов комбайна контролируют с помощью приборов и приспособлений, входящих в комплект агрегата КИ-3967М для диагностирования комбайнов.

Приведем краткое описание устройств, входящих в комплект агрегата (кроме приборов и приспособлений для диагностирования двигателей, гидросистем и электрооборудования, описанных ранее).

Приспособление КИ-1871.01 используют для проверки пальчикового механизма шнека жатки путем измерения зазора между трубой и втулкой пальца шнека. В качестве измерительного прибора использован индикатор 1 (рис. 98) часового типа, закрепленный на поворотном штативе 3, который, в свою очередь, крепится на подставке 2.

Приспособление КИ-1871.02 предназначено для определения технического состояния подшипниковых сопряжений типа ось — втулка, валиков, шкивов, а также шпоночных и шлицевых соединений. По принципу действия оно аналогично приспособлению КИ-1871.01.

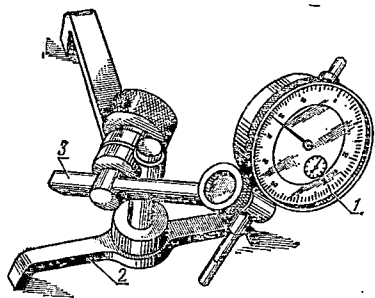


Рис. 98. Приспособление КИ-1871.01:

1 — индикатор часового типа; 2 — подставка; 3 — штатив.

Чтобы измерить параметр состояния какой-либо составной части, приспособление прикрепляют к неподвижной (базовой) детали с помощью струбины 3 (рис. 99), закрепленной на штативе 2. Индикатор 1 взаимозаменяем с индикатором приспособления КИ-1871.01.

Приспособление КИ-1871.04А позволяет контролировать усилие, прилагаемое к валу при проверке зазоров в подшипниках. Приспособление состоит из рычага 1 (рис. 100), динамометра 3 и струбины 2, которую закрепляют на панели уголка комбайна так, чтобы шток динамометра упирался в вал. Усилия, прилагаемые к валам комбайнов, указаны в техническом описании приспособления.

Устройство КИ-3971 ГОСНИТИ служит для проверки муфт сцепления. При помощи этого устройства проверяют статический крутящий момент, передаваемый муфтами сцепления дизеля и моста ведущих колес комбайна.

Устройство состоит из динамометрического ключа 3 (рис. 101) для измерения крутящего момента, редуктора 4, увеличивающего прилагаемое усилие, соединительной муфты 5, кронштейнов 6 и 9, каната 10 и приспособления 8 для стопорения маховика. Динамометрический ключ имеет корпус, в котором размещены торсион с электрическим контактом, стрелочный указатель 1 крутящего момента, лимб 11, сигнальная лампа 2 с элементами питания, пружина и ручка 7. Сигнальная лампочка загорается в том случае, когда момент, передаваемый муфтой, не ниже допустимого значения. При определении величины момента, передаваемого муфтой, необходимо показание стрелочного прибора умножить на передаточное число редуктора.

Прибор КИ-1854 ГОСНИТИ предназначен для определения износа втулочно-роликовых цепей путем измерения длины 20 звеньев цепей с шагом 15,875 и

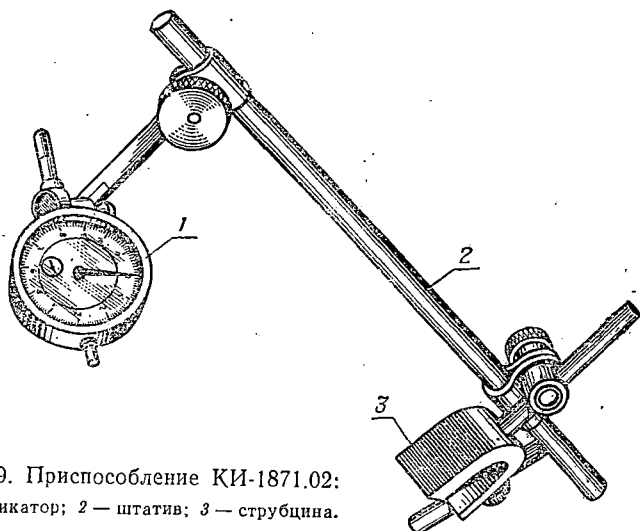


Рис. 99. Приспособление КИ-1871.02:

1 — индикатор; 2 — штатив; 3 — струбцина.

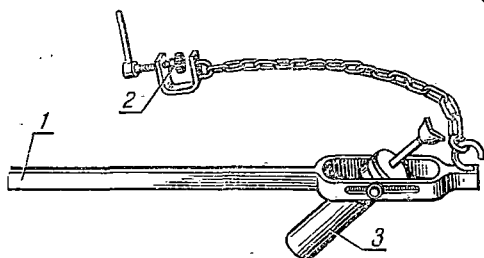


Рис. 100. Приспособление КИ-1871.04А:

1 — рычаг; 2 — струбцина;
3 — динамометр.

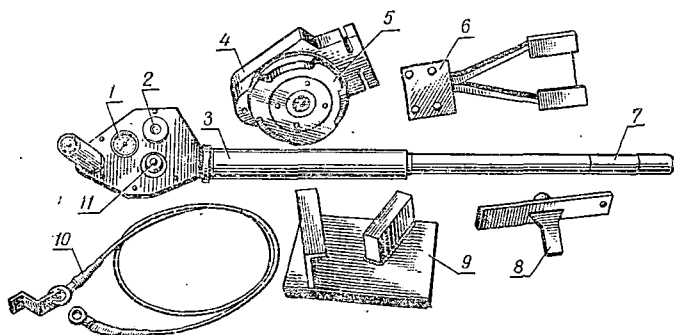


Рис. 101. Устройство КИ-3971 ГОСНИТИ:

1 — указатель крутящего момента; 2 — сигнальная лампа; 3 — динамометрический ключ; 4 — редуктор; 5 — соединительная муфта; 6, 9 — кронштейны; 7 — ручка; 8 — приспособление для стопорения маховика; 10 — канат; 11 — лимб.

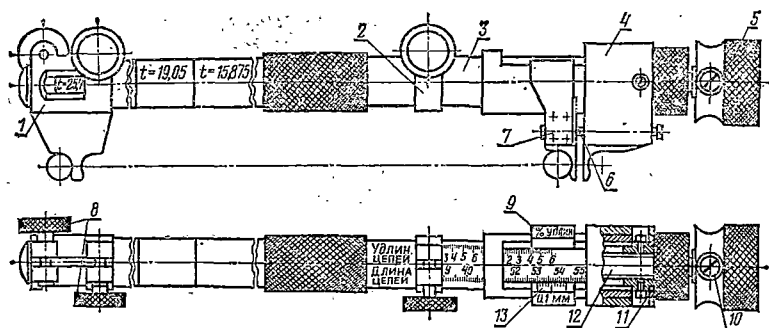


Рис. 102. Прибор КИ-1854 ГОСНИТИ для определения износа роликовых цепей:

1, 4 — силовые губки; 2 — хомут; 3 — штанга; 5 — муфта-маховичок; 6 — пружина; 7 — измерительная губка; 8 — замки; 9 — указатель; 10 — регулировочный винт; 11 — гайка; 12 — винт; 13 — нониус.

19,05 мм. Он состоит из штанги 3 (рис. 102) со шкалами (основной и удлиненной), подвижной силовой губки 4, измерительной губки 7 с нониусом 13 и указателем 9, муфты-маховичка 5 с регулировочным винтом 10, служащим для регулировки усилия натяжения измеряемого участка цепи, пружины 6 прижима измерительной губки, переставной силовой губки 1 и хомута 2. Для фиксации губки 1 в положении, соответствующем шагу проверяемой цепи, служат замки 8. Губка 7 фиксируется с помощью хомута 2.

По принципу действия описанное устройство представляет собой сочетание штангенциркуля и микрометра.

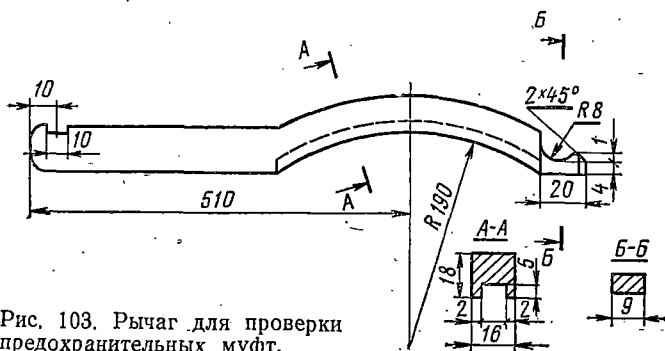
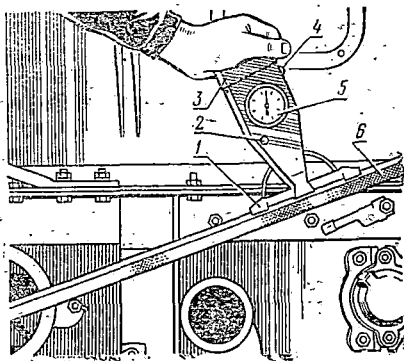


Рис. 103. Рычаг для проверки предохранительных муфт.

Рис. 104. Проверка натяжения ремня с помощью приспособления КИ-8839 ГОСНИТИ:

1 — нажимные лапки; 2 — сигнальная лампочка; 3 — головка; 4 — фиксатор; 5 — указатель прогиба ремня; 6 — ремень.



Рычаг для проверки предохранительных муфт (рис. 103) позволяет определять статический крутящий момент, передаваемый муфтой и зависящий от износа и замасливания накладок или зубцов, а также состояния и регулировки нажимных пружин*.

Приспособление КИ-8839 ГОСНИТИ для проверки натяжения ремней комбайна состоит из корпуса, в котором размещены стрелочный указатель 5 (рис. 104) прогиба ремня, динамометр и сигнальная лампочка 2, лапок 1, головки 3 и фиксатора 4. Для установления необходимой нагрузки с тыльной стороны корпуса имеется подвижной контакт. Усилие нажатия на головку через лапки передается пружине динамометра, и по достижении заданного усилия лампочка загорается. При этом показание стрелочного указателя, кинематически связанного с лапками 1, соответствует величине прогиба ремня.

Питание сигнальной лампочки осуществляется от сухих элементов.

Остальные контрольно-измерительные приборы и приспособления, входящие в комплект агрегата КИ-3967М, предназначены для диагностирования составных частей дизеля, электрооборудования, гидросистемы и рулевого управления (они описаны ранее в соответствующих разделах по диагностированию тракторов).

* Рычаг является вспомогательным средством; обычно момент измеряют с помощью приспособления КИ-1871.04А.

§ 5. Проверка и регулировка ременных и цепных передач

Ременные передачи проверяют внешним осмотром, а также прослушиванием при работающих механизмах. Характерные неисправности передач — стуки, заметная на глаз вибрация шкивов и ремней. Состояние ремней проверяют также внешним осмотром. При разрушении корда, трещинах и расслоении ремень заменяют.

Натяжение ремней контролируют в следующем порядке.

Устанавливают с помощью подвижного контакта приспособления КИ-8839 нагрузку, согласно технологической карте, ставят приспособление лапками на ремень в средней части ветви, не имеющей натяжного ролика, и нажимают на головку 3 (рис. 104). В момент вспышки сигнальной лампочки фиксируют положение стрелки с помощью фиксатора 4, снимают приспособление и считывают показание прогиба в градусах. При необходимости регулируют натяжение ремня.

Цепи проверяют внешним осмотром и с помощью прибора КИ-1854. Внешние признаки непригодности цепи к работе — разрывы боковых пластин и трещины втулок.

Чтобы проверить износ (удлинение) цепи, сначала подготавливают прибор КИ-1854 к работе: отпустив замки 8 (см. рис. 102), перемещают губку 1 по штанге 3 до отметки, соответствующей шагу проверяемой цепи, совместив нуль губки с отметкой, и зажимают замки. Вращением муфты-маховичка 5 перемещают губку 4 до совмещения риски на указателе 9 с нулем шкалы, соответствующей длине проверяемой цепи. Переводят хомут 2 до упора в губку 7 и закрепляют его. Вращая муфту-маховичок 5, выбирают зазор между губками 4 и 7.

Затем, разложив снятую цепь на верстаке, сжимают рукой любые 20 звеньев. Вводят губки 1 и 7 в пространство между крайними парами роликов, как показано на рисунке, и, плавно вращая маховичок, натягивают цепь до момента проскальзывания муфты маховичка.

Удлинение цепи в миллиметрах определяют с помощью шкалы прибора и нониуса, а удлинение в процентах — по положению верхней риски указателя 9 на шкале.

Звездочки могут иметь следующие дефекты: износ зубьев по толщине; сколы и смятия зубьев, ослабление посадки ступицы на валу вследствие износа шпонки и шпоночного паза. В случае сколов и смятий зубьев звездочку заменяют. При ослаблении посадки ступицы устраняют неисправность. Толщину зубьев контролируют при помощи калибра. Проверке подвергают три зуба, расположенные примерно через 120° . Если толщина зубьев изношенной звездочки окажется менее $\frac{2}{3}$ толщины новой, звездочку заменяют.

§ 6. Проверка и регулировка подшипниковых сопряжений и предохранительных муфт

В подшипниках качения при диагностировании прежде всего проверяют состояние уплотнений. В случае течи смазки через уплотнения необходимо осмотреть шарики, беговые дорожки и сепараторы. Если обнаружатся трещины, выкрашивание и смятие рабочих поверхностей, подшипники подлежат замене. Одновременно заменяют и уплотнения, пропускающие смазку.

Зазоры в подшипниках проверяют в следующем порядке.

Закрепляют на уголке или панели комбайна струбцину 2 (рис. 105) приспособления КИ-1871.02; сверху к поверхности шкива или звездочки подводят ножку индикатора 1. Затем закрепляют на раме комбайна струбцину 7 приспособления КИ-1871.04А для контроля усилия так, чтобы шток 6 динамометра 5 можно было упереть в шкив или звездочку с противоположной стороны, как показано на рисунке. Перемещая вал (звездочку или шкив) с помощью рычага 4 вверх, при достижении заданного усилия отмечают показание индикатора, предварительно установленного на нуль. Если показание индикатора превышает допустимое значение, проверяют затяжку закрепительной втулки. При необходимости заменяют подшипники проверяемого вала.

Для контроля усилий более 200 Н используют специальный рычаг.

Валы вследствие чрезмерных нагрузок, особенно при забивании рабочих органов, подвергаются изгибу. Его проверяют с помощью приспособления КИ-1871.02 по биению конца вала, а также плоскости шкива или

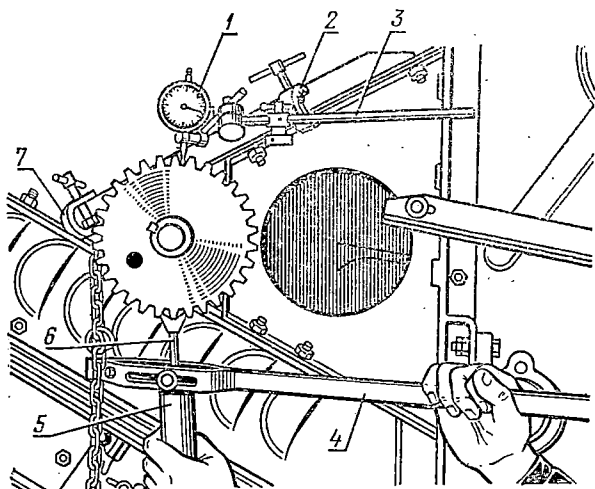


Рис. 105. Измерение зазора в подшипниковом сопряжении с помощью приспособлений КИ-1871.02 и КИ-1871.04А:

1, 2, 3 — соответственно индикатор, трубка и штатив приспособления КИ-1871.02; 4, 5, 6, 7 — рычаг, динамометр, шток динамометра и трубка приспособления КИ-1871.04А.

звездочки (в случае невозможности измерения биения конца вала без снятия шкива или звездочки).

Величину биения вала (шкива, звездочки) определяют по максимальному отклонению стрелки индикатора при повороте вала на один оборот. Допускаемое биение валов — 0,3...0,4 мм; биение вала заднего контрпривода (левый конец) — до 1,00 мм; биение коленчатых валов — до 0,20 мм. Если полученное значение превышает допускаемое, следует снять шкив (звездочку) и измерить биение конца вала.

При чрезмерном биении вал подлежит правке или замене, так как в противном случае снижаются надежность и долговечность подшипников, сальниковых уплотнений, шкивов и звездочек, а также ухудшается технологический процесс работы комбайна.

Сопряжение типа ось—втулка проверяют внешним осмотром и с помощью приспособления КИ-1871.02. Трещины и изломы на сопрягаемых поверхностях не допускаются.

Чтобы проверить зазор в сопряжении, закрепляют трубку приспособления на панели комбайна, под-

водят ножку индикатора к поверхности подвижной детали проверяемого сопряжения (вала или втулки) и при помощи приспособления КИ-1871.04А перемещают с определенным усилием подвижную деталь относительно неподвижной в плоскости оси ножки индикатора. По величине максимального отклонения стрелки индикатора определяют пригодность сопряжения к дальнейшей работе.

Предохранительные муфты диагностируют в следующем порядке.

Сначала проверяют, нет ли трещин, обрывов пружин и стяжных болтов. Обнаруженные неисправности устраняют. Затем определяют запас толщины фрикционных накладок. Муфты выгрузного шнека и верхнего вала плавающего транспортера выбраковывают при отсутствии зазора между нажимным диском и плоскостью звездочки или шкива. Муфты мотовила и шнека жатки подлежат выбраковке, если указанный зазор окажется соответственно менее 7 и 5 мм. Зазор проверяют штангенциркулем ШЦ-1-0-125 (ГОСТ 166—73).

Состояние храповых муфт определяют визуально. При наличии выкрашивания и заметного смятия зубцов муфты выбраковывают.

Замасленные муфты промывают в бензине и высушивают.

Окончательно предохранительные муфты контролируют по обобщенному параметру — величине передаваемого крутящего момента, который зависит от состояния накладок, зубцов и упругости пружин. Для этого используют динамометр приспособления КИ-1871.04А или динамометр ДПУ-0,02-2 и специальный рычаг (см. рис. 103).

Плавно увеличивая нагрузку до момента пробуксовывания муфты, замечают максимальное показание динамометра. В момент пробуксовывания муфты оно должно быть равно 160...200 Н; при проверке муфты выгрузного шнека бункера — 300...400 Н. Если муфта начинает пробуксовывать при меньшем усилии, необходимо увеличить сжатие пружин. Муфта, не поддающаяся регулировке, подлежит замене или ремонту.

§ 7. Проверка и регулировка жатки комбайна

Подборщик проверяют в таком порядке.

Путем внешнего осмотра определяют, нет или трещин, разрывов и вмятин на боковинах и скатах, изгибов валов и граблин подборщика. Контролируют надежность крепления пальцев граблин, дисков соединительной муфты приводного вала; боковины и щитков. Устраняют обнаруженные неисправности.

Измеряют линейкой величину свободного перемещения пальцев граблин относительно наружной поверхности ската: оно не должно превышать 30 мм. Большое свободное перемещение свидетельствует о чрезмерном износе беговых поверхностей боковин и роликов вала граблин.

С помощью приспособления КИ-1871.02 измеряют зазор между трубой граблин и втулкой опорного диска (при снятом скате); он не должен превышать 0,4 мм.

Аналогично измеряют зазор между трубой граблин и подшипником промежуточной опоры при верхнем положении трубы и снятых двух средних скатах, который не должен превышать 1 мм.

Измеряют зазоры в подшипниках боковин подборщика. Для этого закрепляют струбину на соответствующей балке подборщика, ножку индикатора с удлинителем устанавливают через окно кожуха на поверхность центрального вала подборщика и, перемещая вал вертикально вверх и вниз, замечают показание индикатора. Допускаемому зазору соответствует показание индикатора, равное 0,4 мм.

Режущий аппарат и его привод контролируют в такой последовательности.

Вначале проверяют состояние рабочих органов: лезвий сегментов, пальцев, прижимов спинки ножа. Поломанные и деформированные детали заменяют. Легкими ударами молотка проверяют надежность крепления пальцев, сегментов, прижимов и противорежущих пластин. При необходимости подтягивают крепления.

Натянув вдоль пальцевого бруса трос, измеряют линейкой максимальный прогиб бруса. Допускаемая величина прогиба: в вертикальной плоскости — не более 0,5% его длины, а в горизонтальной — не более 0,1 мм.

С помощью щупа измеряют зазор между сегментом и концом прижимов ножа; он должен быть не более 0,5 мм.

При помощи штангенциркуля измеряют диаметр шаровой поверхности головки ножа, для чего устанавливают нож в крайнее левое положение и снимают звено, соединяющее шатун с коромыслом. Допускается износ головки до диаметра 31,5 мм. Затем определяют зазор в сопряжении головка ножа — направляющая кронштейна, который не должен превышать в вертикальной плоскости 3,5 мм, а в горизонтальной — 12 мм.

После проверки элементов режущего аппарата и устранения неисправностей осматривают составные части привода: деревянную часть и щетки шатуна, а также щетки соединительного звена. Трещины и расслоения шатуна, чрезмерный износ шаровых поверхностей щечек свидетельствуют о непригодности их к работе.

Используя штангенциркуль, измеряют диаметр шаровой головки пальца коромысла, который должен быть не менее 31,5 мм.

С помощью приспособления КИ-1871.02 определяют зазор в подшипниках коромысла, предварительно проверив и при необходимости подтянув крепление оси коромысла в кронштейне. Величина зазора не должна превышать 0,8 мм.

Определяют износ подшипникового сопряжения шатуна, для чего закрепляют струбцину приспособления КИ-1871.02 на косынке задней балки жатки. Затем устанавливают ножку индикатора сверху на корпусе головки шатуна и, перемещая ее рукой вверх и вниз, замечают показание индикатора; оно не должно превышать 0,2 мм.

Проверяют зазор в шарнирах карданной передачи контрпривода жатки, предварительно сняв защитный кожух. Для этого струбцину приспособления КИ-1871.02 крепят на корпусе жатки, ножку индикатора подводят к боковой стороне одной из вилок кардана, другую вилку стопорят домиком и, покачивая свободную вилку относительно застопоренной, оценивают величину зазора. Допускаемому зазору в шарнирах соответствует показание индикатора, равное 0,3 мм.

При проверке мотовила сначала выявляют, нет ли трещин на лопастях, лучах и деревянных подшипниках. Проверяют состояние пальцев: трещины не допус-

каются, согнутые пальцы подлежат правке. Затем определяют износ буртов роликов и обоймы эксцентрика. При износе буртов роликов и обоймы до 15 мм детали подлежат замене. После этого проверяют вручную со-
стояние сопряжений луч — трубка пальцев. Если зазор ощутим, то сопряжение подлежит ремонту.

При помощи натянутого троса и линейки измеряют величину прогиба вала мотовила; он не должен превышать 1,5% длины мотовила.

Проверяют и, если необходимо, подтягивают крепления механизмов мотовила.

Проверяют шнек жатки и наклонную камеру. Осматривают детали шнека. Устраняют разрывы и вмятины кожуха шнека, изгиб пальцев и другие неисправности. Проверяют надежность соединения трубы со щекой и валами шнека, а также состояние подшипников коленчатого вала.

С помощью приспособления КИ-1871.01 измеряют зазор между трубой и втулкой каждого пальца. Величина зазора не должна превышать 0,8 мм.

В наклонной камере при открытой крышке проверяют состояние корпуса. В случае неисправностей (трещин, разрывов, вмятин, следов износа на боковинах, стенках, крышке и днище) корпус подлежит ремонту. Затем проверяют надежность болтовых соединений, крепление планок транспортера на цепях, их прямолинейность и величину износа зубьев. Высота зубьев планок в средней части транспортера должна быть не менее 1,5 мм.

По положению оси рычага натяжного устройства определяют износное состояние цепей транспортера. Запас натяжения цепей должен быть не менее 35%. Если вследствие удлинения цепей в каждой из них уже были удалены два звена, транспортер подлежит замене при уменьшении запаса натяжений до 35%.

§ 8. Проверка и регулировка молотилки и копнителя

Молотильный аппарат проверяют в следующем порядке.

Сначала внешним осмотром выявляют, нет ли трещин, вмятин и забоин на остовах и бичах барабана, а также на планках подбарабана. Трещины не допускаются, а вмятины и забоины на остовах и бичах не должны пре-

выщать 5 мм по длине и 2 мм по глубине. Допускается изгиб планок подбарабання в направлении движения хлебной массы до 2 мм.

Затем проверяют надежность крепления барабана на валу с помощью ломика. Сдвиг барабана на валу недопустим. Легкими ударами молотка проверяют состояние крепления бичей на подбичниках.

Измеряют с помощью штангенциркуля высоту рифов бичей, которая должна быть не менее 4 мм. После этого при помощи линейки измеряют зазоры между торцами бичей и панелью комбайна. Указанные зазоры с обеих сторон барабана должны быть одинаковыми и равны 3...5 мм.

Наиболее частый дефект подбарабання — скругление планок, которое проверяют при помощи специального шаблона — пластины с прямоугольным вырезом 10×20 мм и скруглением между гранями радиусом 4,5 мм, равным допускаемому скруглению планок. Если износ планок более допускаемого значения, шаблон плотно ложится на грани планок.

Далее проверяют, не разбалансировался ли барабан. Для этого барабан резко прокручивают несколько раз. Если после каждой остановки верхнее положение занимают различные бичи, балансировка барабана не нарушена. В противном случае барабан подлежит балансировке.

Чтобы выявить, нет ли перекоса подбарабання, измеряют зазор между бичом и передней планкой подбарабання с левой и правой стороны. Разница указанных зазоров должна быть не более 2 мм.

Проверяют очистку, шнеки, элеваторы и копнитель. Сначала через люки осматривают решета и подвески грохота. Подвески не должны иметь трещин. Жалюзи решет в закрытом положении должны прилегать друг к другу с зазором не более 2 мм, рукоятки механизма регулировки надежно закрепляться в заданных позициях, а концы пальцев решеток находиться в одной плоскости (отклонение не более 3 мм).

Клавиши соломотряса должны проворачиваться вручную без заедания, зазор между ними должен быть не менее 2 мм. Не допускаются заедание клавиш за панели молотилки, а также смятые и оборванные пластины гребенки.

Проверяют затяжку крепежных втулок подшипников клавишей соломотряса. Втулки должны туго затягиваться и плотно сидеть на валах. Допускается осевой разбег подшипников клавишей не более 1,5 мм.

Осматривают удлинитель грохота. Удлинитель должен свободно устанавливаться в фиксированные положения и надежно закрепляться. Коробление остова удлинителя недопустимо.

Проверяют состояние вентилятора. Вмятины на кожухе, трещины и разрывы на лопастях и лучах крылача, а также заметное осевое перемещение вала крылача в подшипниках указывают на необходимость ремонта вентилятора. Радиальный зазор между кожухом и лопастью должен быть не менее 5 мм.

Контролируют состояние шнеков и элеваторов. Вмятины на кожухах, коробление ленты и отрыв ее от вала не допускаются. Биение ленты допускается не более 5 мм. Шнеки должны свободно вращаться, не задевать за кожухи и не иметь осевого разбега. Скребок элеваторов должны свободно перемещаться от усилия руки и не задевать за боковины каркаса. Нижняя звездочка элеватора должна жестко закрепляться, а верхняя иметь осевое перемещение не более 1 мм.

С помощью приспособления КИ-1871.02 проверяют осевое перемещение шнеков, которое должно быть не более 0,3 мм. Щупами контролируют зазоры между крышками люков и кожухами шнеков, которые не должны превышать 1 мм.

Проверяют с помощью штангенциркуля высоту прорезиненной накладки скребка элеватора над пластиной жесткости. При высоте менее 2 мм прокладки заменяют.

Определяют и, если необходимо, регулируют натяжение цепей элеватора. После регулировки между днищем и скребками в вертикальном направлении должен быть зазор 10...30 мм (проверяют при открытых крышках элеватора); скребки не должны касаться днища элеватора.

Контролируют с помощью щупов и при необходимости регулируют зазоры между контактами электрических сигнализаторов: допускаемый зазор $2^{+0,5}$ мм.

Проверяют состояние копнителя. Крупные вмятины на боковинах, искривление боковин, днища и клапана копнителя, трещины на них не допускаются. Искрив-

ленные пальцы граблин соломо- и половонабивателя, пальцы днища, планки клапана и другие детали копнителя подлежат ремонту, а разрушенные планки клапана — замене.

Осевой разбег валов соломо- и половонабивателя не допускается. Валы должны вращаться свободно, без заедания. В деревянных подшипниках граблин не должно быть ощутимого радиального зазора от воздействия руки. Осевой зазор в подшипниках измеряют с помощью приспособления КИ-1871.02; он должен быть не более 1,5 мм.

Проверяют состояние тяг, износ запорных и регулировочных деталей и правильность регулировки автомата и механизма выгрузки копны; устраняют обнаруженные неисправности.

§ 9. Проверка и регулировка вариатора скорости движения комбайна и моста ведущих колес

Вариатор скорости движения комбайна проверяют в такой последовательности.

Вначале определяют состояние тяг, вилок, упоров гидроцилиндра. Устраняют обнаруженные неисправности. Проверяют действие вариатора в работе. При работающем вариаторе допускается незначительная вибрация его в вертикальной плоскости.

Затем ставят передачу вариатора в среднее положение, останавливают дизель и проверяют с помощью приспособления КИ-1871.02 биение среднего диска. Для этого закрепляют струбцину приспособления на панели комбайна, подводят ножку индикатора к конусной поверхности диска на расстоянии 25 мм от наружной цилиндрической поверхности и, прокрутив вариатор на один оборот, замечают показание индикатора. Величина биения не должна превышать 1,5 мм.

С помощью указанного приспособления проверяют зазоры между ступицами и в подшипниках вариатора.

Показание индикатора не должно превышать 0,7 мм.

Проверяют муфту сцепления моста ведущих колес, тормоза и коробку передач. Вначале путем осмотра проверяют состояние корпусов муфты, моста, коробки и надежность соединения трубопроводов с гидроцилиндрами муфты и тормозов. Трещины в корпусах, а также течь тормозной жидкости че-

рез уплотнения не допускаются. Затем проверяют действие механизмов в работе. Переключение передач должно происходить бесшумно, четко и при небольшом усилии. Самопроизвольное выключение передач недопустимо. Действие тормозов проверяют при движении комбайна по ровной дороге с твердым покрытием на третьей передаче со скоростью 18 км/ч; тормозной путь должен быть не более 8 м.

Далее проверяют и при необходимости регулируют зазор между упорным болтом и рычагом выключения сцепления на корпусе коробки передач. Номинальный зазор равен 2 мм. После этого проверяют и, если необходимо, регулируют зазор между выжимным подшипником и рычажками нажимного диска муфты и свободный ход педали. Номинальная величина зазора составляет 1,5...2,5 мм, свободного хода педали — 25...35 мм.

С помощью устройства КИ-3971 ГОСНИТИ проверяют величину крутящего момента, передаваемого муфтой сцепления. Для этого устанавливают кронштейн 6 или 9 (см. рис. 101) на раскосе рамы комбайна и надевают на него рудуктор 4. Канат 10, присоединенный к соединительной муфте 5 редуктора, закрепляют при помощи коленчатой серьги на ступице приемного шкива, охватив ее не менее чем на $\frac{3}{4}$...1 оборот. Затормаживают комбайн, под ведущие колеса ставят деревянные башмаки и ослабляют натяжение ремней привода ходовой части. Риску на лимбе 11 динамометрического ключа 3 устанавливают против цифры 5 на корпусе устройства, надевают ключ на шестигранный конец вала редуктора.

Прокручивая ключ по часовой стрелке, наблюдают за сигнальной лампой 2. Если диски начнут пробуксовывать, а лампа не загорится, муфта подлежит ремонту. Допускаемое значение крутящего момента, передаваемого муфтой, равно 400 Н·м.

С помощью приспособления КИ-1871.02 измеряют осевое перемещение ведущего вала муфты сцепления. При осевом перемещении вала, превышающем 0,5 мм, необходимо заменить подшипники.

Проверяют состояние и правильность регулировки ленточного (стояночного) тормоза. Измеряют толщину тормозной ленты; вместе с накладкой она должна быть не менее 5,5 мм. Определяют зазор между шкивом и тормозной лентой; он должен быть равен 1...1,5 мм.

Регулировку осуществляют изменением длины тяги тормоза.

Проверяют и, если необходимо, регулируют колесные тормоза (комбайны СК-5 и СК-6) и подшипники осей ведущих колес в следующем порядке.

Поднимают домкратом ведущий мост и снимают колесо. Проверяют и при необходимости устраняют зазор в подшипниках оси ведущего колеса. Затем, сняв крышку с окна тормозного барабана, щупами контролируют зазор между накладками и барабаном. Номинальная величина зазора 0,2 мм. Его регулируют при помощи колпаков, проворачивая их за зубья монтажной или отверткой через окно барабана.

Определяют износ зубьев шестерен непостоянно-го зацепления коробки передач по ширине. Для этого закрепляют струбцину приспособления КИ-1871.02 на кронштейне крепления двуплечих рычагов тяг механизма переключения передач. Закрепляют в штативе вместо ножки индикатора удлинитель ножки и подводят его конец перпендикулярно к поверхностям тяг на расстоянии 20...30 мм от концов.

Пускают дизель, устанавливают минимальную устойчивую частоту вращения коленчатого вала и, не полностью выключив муфту сцепления моста ведущих колес, с помощью рычага переключения передач перемещают подвижные шестерни до соприкосновения с неподвижными, что ощущается рукой по легкой вибрации рычага, а также по появлению небольшого шума в коробке.

Линейкой измеряют расстояние от концов тяг до удлинителя ножки индикатора. Полученные результаты заносят в диагностическую карту. Останавливают дизель и, поочередно включая передачи, снова измеряют расстояние от концов тяг до ножки удлинителя. Для каждой передачи вычисляют разность между результатами измерений, которая характеризует износ зубьев шестерен по ширине. Если указанная разность окажется менее 13 мм, коробка подлежит ремонту.

Контролируют правильность регулировки длины тяг механизма переключения передач. Если при нейтральном положении рычага переключения передач пазы в кулисах не находятся друг против друга, необходимо отрегулировать длину тяг с помощью резьбовых соединений.

Проверяют правильность регулировки механизма блокировки коробки передач. Для этого пускают дизель и убеждаются в свободном переключении передач при полностью выключенной муфте сцепления. Если необходимо, проводят регулировку с помощью регулировочной тяги.

§ 10. Проверка и регулировка моста управляемых колес

Осматривают колеса, балку моста, рычаги и тяги. Значительные повреждения шин, трещины в деталях, изгибы и ослабление шарниров не допускаются. Проверяют надежность крепления пальцев наконечников гидроцилиндра, поперечной тяги, рычагов и гидроцилиндра к поворотным кулакам.

Проверяют зазор в конических подшипниках колес, приподняв домкратом брус до отрыва колес от пола. В случае ощутимого зазора (проверяют покачиванием колеса руками) необходима регулировка подшипников, которую выполняют путем затяжки гайки цапфы усилием руки до тугого вращения колеса. При затягивании гайки колесо следует проворачивать, чтобы ролики правильно разместились относительно колец подшипников. После этого отпускают гайку на 2...3 прорези и шплинтуют.

Не опуская колеса, проверяют зазор в шкворневом соединении при помощи приспособления КИ-1871.02. Для этого закрепляют струбцину приспособления на балке моста, ножку индикатора подводят к поверхности поворотного кулака так, чтобы она располагалась перпендикулярно к балке. Затем опускают колесо и определяют показание индикатора. Если оно превышает 0,20 мм, необходимо уменьшить зазор между верхним ушком поворотного кулака и кронштейном балки моста, поставив металлическую прокладку. Чрезмерный зазор в шкворневом соединении способствует преждевременному разрушению посадочного места шкворня в балке моста.

У комбайна СКД-5 с помощью прибора К-402 проверяют свободный ход рулевого колеса и усилие на его ободе, как описано в соответствующем разделе по тракторам. Если свободный ход превышает 36° , а усилие — 30 Н, необходимо проверить состояние рулевого механизма и гидроусилителя (способы диагностирования

гидроусилителей описаны ранее в соответствующем разделе по тракторам). Устраняют неисправности.

Используя универсальную линейку КИ-650 ГОСНИТИ, проверяют и, если необходимо, регулируют сходимость колес (технология проверки и регулировки описаны в соответствующем разделе по тракторам). Номинальная сходимость составляет 1,5...3 мм. При отсутствии сходимости снижается срок службы шин.

§ 11. Диагностирование гидравлической системы

Проверяют состояние и надежность крепления трубопроводов и шлангов. Трубопроводы и шланги не должны касаться подвижных составных частей комбайна и острых кромок деталей. Не допускается подтекание рабочей жидкости. Течи устраняют подтягиванием соединений.

В комбайне СК-6 проверяют и при необходимости регулируют натяжение ремня привода насосов. Провисание верхней ветви ремня при воздействии усилия 50 Н должно составлять 8...10 мм.

Пускают дизель и проверяют работоспособность гидросистемы. При переключении рукояток распределителей в рабочие позиции соответствующие составные части комбайна должны перемещаться плавно, без рывков и удерживаться в заданных положениях после возвращения кранов или золотников распределителей в нейтральную позицию. Время подъема жатки не должно превышать 4 с. У комбайнов СК-5 и СК-6 при включении вибраторов они должны работать одновременно и примерно с одинаковой частотой колебаний. Клапан воздухозаборника у этих комбайнов должен перемещаться без заеданий. После возвращения рукоятки распределителя в нейтральную позицию клапан воздухозаборника должен автоматически приходить в свою прежнюю позицию.

У комбайнов СК-5 и СК-6 рукоятки распределителя под действием пружин должны автоматически возвращаться из рабочих позиций в нейтральную. Усилие на рукоятке распределителей комбайнов всех марок не должно превышать 60 Н.

Проверяют герметичность уплотнений потребителей во время движения комбайна: жатки — в верхней позиции, мотовила — в средней и верхней позициях, вари-

атора мотовила — при максимальной и средней частоте вращения коленчатого вала дизеля, вариатора скорости — в верхней и средней позициях. В течение 20 мин не должно происходить заметных изменений позиции потребителя.

Проверяют управляемость комбайна. Свободный ход рулевого колеса комбайна СКД-5 не должен превышать 36° . Усилие на его ободе должно быть не более 30 Н.

Продолжительность полного поворота управляемых колес из одного крайнего положения в другое допускается не более 7 с. Управляемость комбайнов СК-5 и СК-6 (с гидрообъемным рулевым управлением) проверяют при максимальной скорости движения на прямолинейных участках и на повороте.

Если при работе гидросистемы в масляном резервуаре обильно выделяется пена, что сопровождается неустойчивой работой гидроприводов, следует подтянуть хомуты шлангов на линии всасывания. Затем удаляют воздух из гидросистемы, многократно включая потребители при вывернутых на 1,5...2 оборота гайках штуцеров гидроцилиндров. После полного удаления воздуха из системы, опустив жатку и мотовило, проверяют и при необходимости доливают в резервуар рабочую жидкость.

Подачу насосов и давление открытия предохранительных клапанов проверяют с помощью прибора КИ-5473 ГОСНИТИ в следующем порядке.

Останавливают дизель. Отсоединяют от проверяемого насоса нагнетательный трубопровод и присоединяют к насосу через переходной штуцер входной шланг прибора. Сливной шланг соединяют с масляным резервуаром. Пускают дизель, устанавливают номинальную частоту вращения коленчатого вала и, создав поворотом рукоятки прибора противодавление 10 МПа, по шкале определяют подачу. Если она оказалась менее 0,7 номинального значения, насос подлежит замене.

Чтобы проверить давление открытия предохранительного клапана основной гидросистемы или гидросистемы управляемых колес, останавливают дизель, отсоединяют от гидросистемы прибор КИ-5473 и приводят ее в рабочее состояние. Отсоединяют шланги от предохранительного клапана со стороны рабочих цилиндров и присоединяют вместо них прибор (через переходные штуцера). Пускают дизель и, плавно поворачивая руко-

ятку прибора по часовой стрелке, повышают давление до момента открытия предохранительного клапана (остановки стрелки манометра). При необходимости регулируют давление срабатывания клапана.

Контрольные вопросы

1. Перечислите параметры технического состояния зерноуборочных комбайнов и охарактеризуйте их влияние на технологический процесс уборки урожая.

2. Назовите наиболее часто встречающиеся неисправности молотилки и способы их устранения.

3. Перечислите наиболее часто встречающиеся неисправности основной гидросистемы комбайна и их внешние признаки.

4. Укажите основное содержание работ при первом техническом обслуживании (ТО-1).

5. Какие средства применяются при диагностировании комбайнов?

6. Расскажите о приемах проверки и регулировки натяжения приводных ремней.

7. Какое влияние оказывает техническое состояние предохранительных муфт на технологический процесс работы комбайна?

8. Укажите порядок диагностирования режущего аппарата.

9. В какой последовательности проверяют состояние вариатора скорости движения комбайна?

10. В каком порядке диагностируют муфту сцепления моста ведущих колес, тормоза и коробку передач?

11. Как проверяют общее состояние и работоспособность гидросистемы?

Глава XIII

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И ОБСЛУЖИВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ КОМБАЙНОВ И ДРУГИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН*

§ 1. Параметры состояния составных частей машин

Параметры технического состояния составных частей специальных комбайнов (кормо-корнеуборочных, сило-соуборочных, кукурузоуборочных) в основном аналогичны параметрам зерноуборочных комбайнов. Например параметры состояния режущих органов, ременных и цепных передач, сопряжений подшипников качения, валов, сепарирующих органов, транспортеров и других составных частей специальных комбайнов мало отличаются от

* Кроме дизеля, пускового двигателя и электрооборудования самоходных комбайнов (технология диагностирования и технического обслуживания этих составных частей описана в главах III...VII данного раздела).

одноименных параметров зерноуборочных комбайнов. Двигатели, силовая передача, ходовая система электрооборудование, гидравлическая система всех самоходных комбайнов по принципу работы и технологии технического обслуживания мало отличаются друг от друга.

Поэтому для технического обслуживания специальных комбайнов используются средства, которые входят в комплект агрегата КИ-7967М ГОСНИТИ для диагностирования зерноуборочных комбайнов. Краткое описание этих средств приведено в предыдущей главе. Для диагностирования двигателей, электрооборудования и гидросистем применяются средства диагностирования, описанные ранее в соответствующих главах.

К основным параметрам технического состояния почвообрабатывающих орудий относятся износ и правильность регулировки рабочих органов, осевые и радиальные зазоры в сопряжениях подшипников качения и сопряжениях типа ось — втулка, действие автоматов подъема рабочих органов, качество работы (правильность регулировки) туковысевающих аппаратов культиваторов-растениепитателей.

Состояние посевных и посадочных машин оценивают по износу и правильности настройки рабочих органов, зазорам в подшипниках ходовых колес, зазору в зацеплении шестерен (при наличии зубчатого передаточного механизма), легкости вращения и толщине лезвий дисковых сошников, качеству работы высевающих аппаратов, действию автоматов подъема рабочих органов.

Неудовлетворительная работа перечисленных составных частей сельскохозяйственных машин и орудий прежде всего отражается на качестве полевых работ. При нарушении технологического процесса обработки почвы наблюдаются огрехи, поверхность обработанного поля неровная. Недоброкачественный посев (посадка) культур легко обнаруживается в процессе выполнения полевых работ по пропускам и неровной заделке семян (клубней).

Как правило, отмеченные нарушения технологических процессов вызываются износом (затуплением) и нарушением регулировок рабочих органов. Наиболее частые неисправности вспомогательных органов — износ подшипников, погнутость валов, износ и разрегулировка передаточных механизмов.

Отклонение параметров состояния сельскохозяйственных машин и орудий от номинальных и допускаемых значений влечет за собой, помимо нарушения технологических процессов, увеличение энергозатрат на выполнение сельскохозяйственных операций, а следовательно, и себестоимости получаемой продукции.

§ 2. Содержание работ по диагностированию и техническому обслуживанию машин

Системы технического обслуживания специальных комбайнов и зерноуборочных комбайнов не имеют принципиального различия (табл. 7).

Планово-предупредительная система технического обслуживания почвообрабатывающих, посевных, посадочных и других несложных прицепных и навесных машин состоит из ежесменного и технического обслуживания при хранении.

Правила технического обслуживания для каждого вида машин и орудий являются общими. Их основное содержание изложено в таблице 8.

Таблица 7. Основное содержание работ при плановом техническом обслуживании специальных комбайнов

Работа	Марка комбайна				
	КСК-100	КС-1,8 «Вихрь»	КОП-1,4 «Херсон- ец-7»	КС-6	ККУ-2 «Друж- ба»
ЕТО (проводится перед началом работы)					
Очищают комбайн, осматривают и устраняют неисправности	+	+	+	+	+
Проверяют уровень масла в картерах дизеля и топливного насоса и, если необходимо, доливают свежее масло	+	—	—	+	—
Смазывают комбайн согласно таблице и карте смазки	+	+	+	+	+

Работа	Плуг, лущильник	Культиватор	Культиватор-растение-пататель	Рядовая сеялка	Квадратно-гнездовая сеялка
туковывсевающие аппараты	—	—	+	—	+
зазор между впадиной зуба одной шестерни и головкой зуба другой (на сеялках с зубчатыми передаточными механизмами)	—	—	—	+	—
дисковые сошники	—	—	—	+	—
высевающие аппараты	—	—	—	+	—
составные части, обеспечивающие одновременность и равномерность высева семян	—	—	—	—	+

Техническое обслуживание при хранении
(проводится при подготовке к хранению, в период хранения и при снятии с хранения)

Очищают и обмывают машину (орудие)	+	+	+	+	+
Проверяют техническое состояние составных частей машины (орудия) и определяют возможность дальнейшей эксплуатации без ремонта	+	+	+	+	+
Если машина (орудие) не нуждается в ремонте, устраняют обнаруженные неисправности и проводят техническое обслуживание при хранении в соответствии с ГОСТ 7751—79 «Правила хранения тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин»	+	+	+	+	+
Проводят необходимые регулировки	+	+	+	+	+

Примечание. Знак «+» — работа проводится, знак «—» — работа не проводится.

§ 3. Проверка и регулировка самоходного кормоуборочного комбайна КСК-100

Натяжение приводных ремней проверяют с помощью приспособления КИ-8839 по их прогибу в средней части ветви, не имеющей натяжного ролика, при усилии нажатия на ремень, равном 40 Н.

В случае чрезмерного ослабления ремней проводят соответствующие регулировки.

Натяжение цепи привода шнека подборщика проверяют с помощью отвертки и угломера УН. Для этого вставляют отвертку в одно из звеньев цепи и поворачивают звено по направлению цепи до отказа. При нормальном натяжении цепи угол поворота отвертки равен 20...30°.

Регулировку механизма жатки для уборки трав проверяют в следующем порядке. Проверяют установку подвесок привода режущего аппарата. Если при крайнем положении ножа крайние сегменты касаются противорежущих пластин, устанавливают нож в положение, при котором середины сегмента и пальца совпадут, и подтягивают болтовые соединения. Переводят нож в среднее положение и подтягивают болтовые соединения в шарнирах. Затем, перемещая опоры подвесного устройства в продольных отверстиях, регулируют зазор между сегментами и противорежущими пластинами; он не должен превышать 1,5 мм. После этого прочно затягивают болтовое соединение. Проверяют зазоры между ступицей эксцентрика и рычагами. Если зазоры неодинаковы, их выравнивают с помощью эксцентрика. Проверяют регулировку режущего аппарата. В передней части концы сегментов 2 (рис. 106) и противорежущих пластин 4 должны соприкасаться, а в задней части между ними должен быть зазор 0,3...1,5 мм. Зазор между прижимами 3 и сегментами 2 должен быть 0,3 мм, а вблизи головки ножа — 0,5...1,0 мм. Зазоры регулируют подгибанием пальцев 1 и изменением числа прокладок 5 под прижимами. Проверяют установку шнека. Витки шнека должны отстоять от скребкового уголка на 2...10 мм, а от скребковой пластины — на 10...18 мм. Пружинные зубья при вращении мотвила должны проходить на расстоянии 15...35 мм. Регулировку проводят с помощью гайки установочного болта. Проверяют установку мотвила. Зазор между планками мотвила и

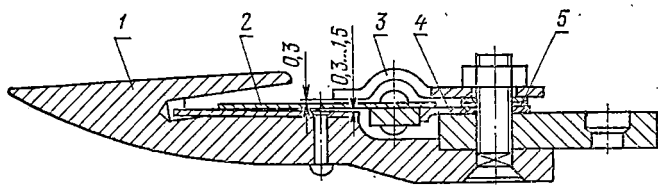


Рис. 106. Регулировка режущего аппарата кормоуборочного комбайна КСК-100:

1 — палец; 2 — сегмент; 3 — прижим; 4 — противорежущая пластина; 5 — регулировочные прокладки.

боковинами должен составлять 5...10 мм. Его регулируют перемещением опор мотовила. Контролируют зазор в конических подшипниках вала колебателя. Номинальный зазор равен 0,1...0,2 мм. Его регулируют с помощью регулировочной гайки. Проверяют установку вала колебателя. Если биение вала превышает 0,5 мм, его устраняют с помощью регулировочных прокладок. После этого определяют зазор в подшипниках крестовин, который регулируют с помощью прокладок (номинальный зазор равен 0,1 мм). Установку подвесок привода режущего аппарата и регулировку режущего аппарата, подшипников и вала колебателя проверяют и восстанавливают аналогично описанному выше. По аналогии с проверкой натяжения цепи привода шнека подборщика жатки для уборки трав проверяют натяжение цепей транспортера. При необходимости регулируют распорные болты так, чтобы передняя балка не имела прогибов по всей длине. Определяют и, если необходимо, регулируют зазор между валом транспортера и деревянным подшипником. Он должен быть не более 3 мм.

Регулировку механизмов самоходного измельчителя проверяют и восстанавливают так. Проверяют величину и равномерность по длине зазора между ножами измельчающего аппарата и противорежущим брусом. Номинальный зазор составляет 0,4...1,0 мм. Его регулируют перемещением противорежущего бруса. Проверяют зазор между концами лопастей швырляки при выходе и дном кожуха (при снятой верхней крышке); если он превышает 3 мм, зазор уменьшают до 1,6 мм. При необходимости заменяют изношенные лопасти швырляки. Определяют и, если необходимо, регулируют осе-

вой зазор в подшипниках вала крыльчатки; он должен находиться в пределах 0,05...0,10 мм. Измеряют и, если необходимо, регулируют зазор между лопастями швырлялки и пластиной вставки, который должен быть равен 1,6...3 мм. Проверяют с помощью динамометра давление жатки на копирующий башмак. Если давление превышает 300 Н, его регулируют путем подтяжки пружин.

Проверяют сходимость управляемых колес, которая должна составлять 1,5...3 мм. Регулировку осуществляют с помощью поперечной тяги.

Контролируют и, если необходимо, регулируют стояночный тормоз. Он должен удерживать комбайн на уклоне до 16%.

Проверяют и при необходимости регулируют подшипники бортовых редукторов и колесные тормоза, так же как и у зерноуборочных комбайнов.

§ 4. Проверка и регулировка силосоуборочного комбайна КС-1,8

Временных передачах натяжение ремней проверяют с помощью приспособления КИ-8839 по их прогибу в средней части ветви при усилии 40 Н. Номинальный прогиб ремней составляет 12...15 мм. Регулировку проводят с помощью натяжных устройств.

В цепных передачах натяжение цепей проверяют с помощью отвертки, вставив ее в звено и повернув до отказа. Номинальный угол поворота отвертки равен 20...30°. Его измеряют с помощью угломера УН. Регулировку осуществляют с помощью натяжных устройств, а при чрезмерном провисании цепи — удалением звеньев.

При правильном натяжении транспортера жатки его планки слегка касаются переднего и заднего дна. Натяжение регулируют при помощи натяжных болтов 1 (рис. 107), ослабив болты 3 крепления жатки к подвескам 2.

При нормальной регулировке механизма связи сницы с жаткой и правильном натяжении транспортера жатки соединительная штанга не должна касаться стенок овального отверстия в кронштейне сницы. Регулировку проводят вращением стяжки механизма связи относительно вилок таким образом, чтобы штанга находилась в вертикальной плоскости и располагалась посередине овального отверстия кронштейна.

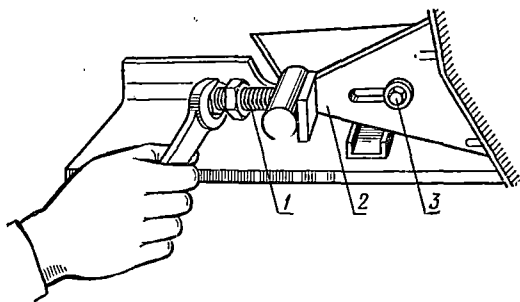


Рис. 107. Регулировка натяжения цепей транспортера жатки силосоуборочного комбайна КС-1,8:

1 — натяжной болт; 2 — подвеска жатки; 3 — болт крепления жатки.

Режущий аппарат проверяют в таком порядке.

Сначала контролируют положение сегментов ножа относительно пальцев: при крайнем (переднем или заднем) положении эксцентрика осевые линии сегментов и пальцев должны совпадать. Регулировку осуществляют смещением ножа вправо или влево с помощью стяжного винта.

Затем с помощью щупов и короткой линейки контролируют положение рабочих поверхностей пальцевых вкладышей, прикладывая линейку поочередно к любым трем пальцам. Допускается отклонение не более 0,3 мм.

После этого проверяют зазор между сегментами и вкладышами. Его регулируют подтяжкой или подгибанием пальцев так, чтобы концы сегментов и вкладышей в передней части прилегали друг к другу, а в задней части имели зазор 0,3...1,0 мм.

И наконец, проверяют зазор между сегментами и прижимами ножа, который не должен превышать 0,5 мм. Указанный зазор регулируют с помощью прокладок или подгибанием прижимов легкими ударами молотка.

При регулировке механизма включения мототвила сначала определяют зазор между кулачками включенной муфты. Номинальный зазор равен 3...5 мм. Его регулируют путем перемещения фиксирующего устройства механизма подъема жатки.

Контролируют положение усиков вилки муфты включения мотовила относительно боковых стенок паза подвижной муфточки при включенной муфте. Если усики вилки касаются боковых стенок паза, необходимо изменить положение вилки с помощью регулировочного болта, иначе происходит быстрый износ усиков.

Проверяют уравновешивающий механизм жатки. Для этого определяют с помощью динамометра натяжение пружин механизма и, если необходимо, регулируют его. При правильном натяжении пружин давление башмака на почву должно составлять 300...500 Н и режущий аппарат должен находиться в горизонтальном положении. В противном случае проводят регулировку с помощью натяжного винта.

Слабое натяжение пружин затрудняет подъем жатки и ведет к изгибу и поломке рычага подъемного устройства.

В измельчающем барабане проверяют и, если необходимо, регулируют зазор между ножами барабана и противорежущими пластинами. Для этого открывают крышку барабана и смотровые люки. Силосопровода, вставляют щуп толщиной 2...3 мм между лезвиями ножа и противорежущей пластины и перемещают барабан с помощью упорных болтов до соприкосновения обоих лезвий со щупом.

В предохранительных муфтах проверяют с помощью линейки длину пружин и при необходимости регулируют ее. Длина пружин главного карданного вала и питающего аппарата должна составлять 120...125 мм; пружин фрикционной муфты — 15...18 мм.

Проверяют подшипники ходовых колес. Для этого, подняв с помощью домкрата колесо до отрыва от пола, измеряют с помощью приспособления КИ-4850 осевое перемещение колеса. Если оно превышает 0,5 мм, снимают защитный колпак и, расшплинтовав корончатую гайку, затягивают ее до тугого вращения колеса от руки.

§ 5. Проверка и регулировка кукурузоуборочного комбайна КОП-1,4

В ременных передачах прогиб ремней определяют с помощью приспособления КИ-8839, нажимая на середину ветви, свободной от натяжного устройства, с

усилием 40 Н. Номинальная величина прогиба ремня привода измельчителя составляет 5 мм, ремня привода конической передачи — 10 мм, остальных ремней — 20...25 мм.

В цепных передачах натяжение подъемных цепей проверяют, оттянув среднюю часть ветви цепи рукой. Подъемная цепь должна оттягиваться не более чем на 4...6 мм.

Натяжение подающих цепей проверяют с помощью динамометра и линейки, оттянув наружную (ведомую) ветвь между натяжным роликом и прижимной планкой. Прогиб не должен превышать 10...12 мм.

Натяжение цепей регулируют натяжными и амортизационными роликами, а при большом износе цепей и звездочек — удалением звеньев.

В режущем аппарате проверке, а если необходимо, и регулировке подлежат следующие параметры: зазоры между прижимными лапками и ножом и между сегментами и противорежущими пластинами (номинальные значения этих зазоров соответственно равны 0,6 и 1,0 мм); совпадение плоскостей головки коромысла и шарового шарнира; совпадение осей сегментов и противорежущих пластин.

После восстановления регулировок нож должен перемещаться свободно, без заеданий.

Проверяют измельчающий аппарат. Зазор между ножами и противорежущими пластинами должен составлять 1...3 мм. Его регулируют путем перестановки опорных подшипников вала и установки под них прокладок.

В предохранительных муфтах проверяют номинальную длину пружин. У муфт подающих цепей она должна составлять 61 мм; у муфт транспортера початков и привода очистителя — 100 мм; у муфты транспортера неочищенных початков — 88 мм. Регулировку проводят при помощи гаек.

§ 6. Проверка и регулировка самоходной корнеуборочной машины КС-6

Определяют зазоры в конических подшипниках копачей. Для этого, установив под раму копачей подставки, определяют с помощью приспособления КИ-4850 осевое перемещение дисков путем покачивания

их в осевом направлении. При перемещении режущей кромки диска, превышающем 5 мм, регулируют подшипники, закрутив регулировочную гайку до тугого вращения диска от руки.

Контролируют натяжение полотен продольного и выгрузного элеваторов. Для этого измеряют линейкой расстояние между верхней и нижней ветвями полотна в месте наибольшего прогиба. Если провисание превышает 320 мм, необходима регулировка путем удаления крючковых звеньев.

Затем регулируют механизм связи продольного и выгрузного элеваторов, для чего переводят выгрузной элеватор в транспортное положение и закручивают регулировочную гайку 2 (рис. 108) до тех пор,

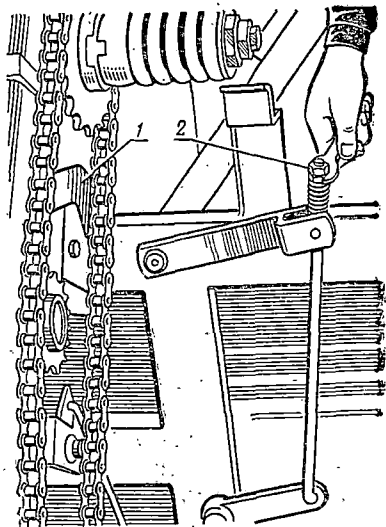


Рис. 108. Регулировка механизма связи продольного и выгрузного элеваторов корнеуборочной машины КС-6:

1 — защелка; 2 — гайка.

пока не закроется защелка 1.

При проверке натяжения ленточного транспортера нажимают на ленту в средней части лапками приспособления КИ-8839 с усилием 40 Н и определяют величину прогиба ленты. Номинальный прогиб равен 20...25 мм. Его регулируют с помощью натяжного винта и гайки при отпущенных гайках болтов крепления ведомого барабана.

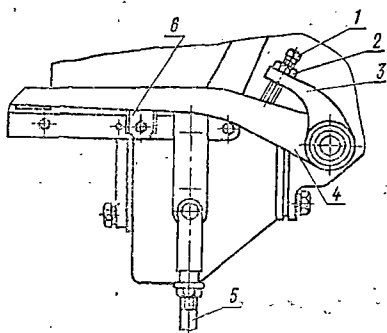


Рис. 109. Регулировка муфты сцепления ходовой системы корнеуборочной машины КС-6:

1 — регулировочный болт; 2 — контргайка; 3 — упорный рычаг; 4 — рычаг; 5 — тяга гидроцилиндра; 6 — упор рычага.

Проверяют муфту сцепления ходовой системы в таком порядке.

Отводят рычаг 4 (рис. 109) на валике сцепления от рычага 3 до упора выжимного подшипника в отжимные рычажки и проверяют с помощью шупов зазор между регулировочным болтом 1 и рычагом 4. Номинальный зазор составляет 1,5...2,5 мм. Его регулируют вращением болта 1. Если после регулировки не удастся достичь бесшумного включения передачи (муфта «ведет»), изменением длины тяги 5 добиваются прилегания поршня ко дну гидроцилиндра привода муфты и соприкосновения рычага 4 с упором 6.

При определении натяжения приводных ремней вариатора ходовой системы нажимают лапками приспособления КИ-8839 на середину ветви каждого ремня с усилием 40 Н.

Измеряют прогиб приводных ремней; он должен быть одинаковым и равным 8...11 мм. Регулировку проводят при крайнем верхнем положении блока шкивов вариатора с помощью натяжного винта и гайки.

Затем проверяют регулировку упоров, ограничивающих ход штока гидроцилиндра вариатора: при крайних положениях блока шкивов верхние кромки ремней не должны доходить до внешнего края шкивов блока на 5...7 мм.

Контролируют натяжение приводных ремней главного редуктора с помощью приспособления КИ-8839. Для этого при усилии 40 Н определяют прогиб ремней в средней части между шкивами. Номинальный прогиб равен 25...30 мм. Его регулируют путем перемещения редуктора с помощью винтов регулировочного устройства при отпущенных болтах крепления редуктора.

Проверяют натяжение приводных цепей. Для этого, оттягивая средние звенья ветви цепи между ведущей и ведомой звездочками усилием руки, измеряют линейкой отклонение ветви от исходного положения.

Номинальные отклонения ветвей цепей от исходного положения для цепей привода первого и второго редукторов шнекового очистителя соответственно равны 35 и 45 мм; для цепей продольного и выгрузного элеваторов — 60 мм; для цепей ленточного транспортера и кормодробителя — 30 мм. Натяжение цепей регулируют перемещением натяжных звездочек в пазах кронштейнов,

Проверяют предохранительную муфту. Если при работе комбайна она часто пробуксовывает без особых на то причин, муфту регулируют путем затяжки регулировочной гайки (каждый раз на пол-оборота) до устранения пробуксовывания.

При определении сходимости управляемых колес устанавливают управляемые колеса по направлению прямолинейного движения. Затем с помощью универсальной линейки КИ-650 измеряют сходимость колес (см. раздел третий, гл. IX). Номинальная сходимость равна 1,5...3,0 мм. В противном случае необходима регулировка, которую проводят изменением длины поперечной тяги.

Подшипники управляемых и ведущих колес проверяют в таком порядке.

Приподняв домкратом колесо, устанавливают приспособление КИ-4850 в положение, при котором ножка индикатора упирается в наружную кромку диска колеса. Покачивая колесо руками в осевом направлении, определяют перемещение (биение) наружной кромки диска. Допускаемое биение управляемого колеса составляет 1,5...2,0 мм, ведущего колеса — 5...6 мм, что соответствует осевому зазору в подшипниках, равному 0,5 мм.

Подшипники регулируют затяжкой регулировочной гайки до тугого вращения колеса рукой. Чтобы отрегулировать подшипники ведущего колеса, его необходимо снять вместе с бортовым редуктором, слив масло и отсоединив тормозные трубопроводы.

Состояние колесных тормозов проверяют при движении машины по асфальтовому покрытию со скоростью 17,75 км/ч. Если тормоза исправны, машина должна остановиться, пройдя тормозной путь 6,5 м.

Если тормозной путь превышает указанную величину, измеряют щупом зазор между тормозной накладкой и барабаном, сняв колесо и крышку тормозного барабана. Зазор должен составлять 0,2 мм. В противном случае его регулируют при помощи четырех колпаков (по два на каждую колодку). Затем проверяют и, если необходимо, регулируют свободный ход педали главного тормозного цилиндра изменением длины толкателя и зазор между толкателем и поршнем. Свободный ход педали допускается 5...10 мм, а зазор — 0,2...1,0 мм.

Проверяют стояночный тормоз: при включенном тормозе его лента должна полностью охватывать

тормозной шкив, а при выключенном — не касаться шкива. Регулировку проводят изменением длины регулировочной вилки. Правильно отрегулированный тормоз должен удерживать машину на подъеме или спуске с уклоном до 20° при сухом грунте.

§ 7. Проверка и регулировка картофелеуборочного комбайна ККУ-2

Натяжение ремней привода активного лемеха и грохотов определяют с помощью приспособления КИ-8839 с усилием 40 Н. Номинальный прогиб равен 20...25 мм. При необходимости проводят регулировку изменением диаметра верхнего шкива.

Натяжение приводных втулочно-роликовых цепей проверяют аналогичным образом. Натяжение цепей регулируют с помощью натяжных устройств. После регулировки при нажатии на середину ведущей ветви цепи с усилием 40 Н стрела провисания должна составлять 10...15 мм.

Момент срабатывания предохранительных муфт проверяют и регулируют с помощью приспособления ОПР-484-20, снабженного динамометрической рукояткой.

Номинальные и допускаемые без регулировки моменты срабатывания муфт приведены в руководстве по техническому обслуживанию комбайна.

Натяжение цепей редкого пруткового транспортера определяют с помощью измерительной линейки и деревянной рейки по стреле провисания нижней ветви от касательной к направляющим звездочкам. Номинальное провисание составляет 70...80 мм. При необходимости его регулируют с помощью натяжного устройства.

Натяжение прижимного полотна ботвоудалителя контролируют при нажатии на середину ведущей ветви с усилием 150 Н. Регулировку проводят с помощью натяжных болтов. Номинальная стрела прогиба равна 8...12 мм.

Натяжение цепей транспортера переборочного стола проверяют при нажатии на ведомую ветвь с усилием 150 Н на расстоянии 700 мм от центра ведущей звездочки. Просвет между ветвями цепи должен составлять 40...50 мм. Регулировку осуществляют с помощью натяжников.

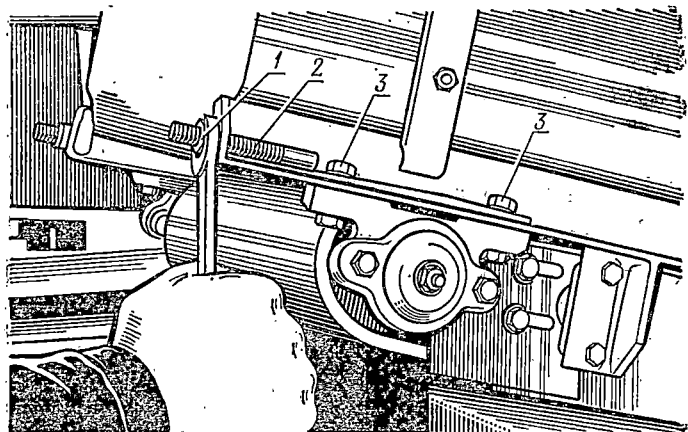


Рис. 110. Регулировка натяжения транспортера примесей картофелеуборочного комбайна ККУ-2:

1 — регулировочная гайка; 2 — натяжник; 3 — гайки крепления корпуса подшипника.

Натяжение цепей транспортера бункера определяют по максимальному просвету между ведущей и ведомой ветвями цепи при свободном провисании; он должен быть равен 160...170 мм.

Натяжение полотна транспортера горки раската контролируют при нажатии на середину ведущей ветви с усилием 40 Н. Его регулируют с помощью натяжников. После регулировки стрела прогиба должна быть 20...25 мм.

Натяжение полотна транспортера примесей проверяют при нажатии на середину нижней ветви с усилием 40 Н. Регулировку проводят вращением гайки 1 (рис. 110) натяжника 2 с каждой стороны при отпущенных гайках 3 крепления корпуса подшипника. Номинальный прогиб нижней ветви равен 20...25 мм.

Натяжение цепей транспортера загрузки бункера определяют по максимальному просвету между ведущей и ведомой ветвями цепи при свободном провисании. Номинальный просвет равен 170...175 мм. При необходимости его регулируют с помощью натяжников.

Зазор между лопастями транспортера загрузки бункера и задней стенкой бункера измеряют линейкой, а

регулируют вращением нижней опоры при отпущенной контргайке. Номинальный зазор равен 40...50 мм.

Зазор между лотком и лопастями подъемного барабана должен составлять 10...15 мм. Его проверяют измерительной линейкой, а регулируют с помощью болта крепления нижней части лотка.

Зазор между щитком и крышками баллонов компрессора также проверяют измерительной линейкой, а регулируют путем смещения щитка при отпущенных гайках болтов его крепления. Номинальный зазор составляет 10...15 мм.

Давление воздуха в шинах ходовых колес проверяют и регулируют с помощью приспособления НИИАТ-458М (см. раздел третий, гл. IX). Номинальное давление равно 0,22...0,25 МПа.

Осевой зазор в подшипниках ходовых колес измеряют с помощью приспособления КИ-4850. Номинальный зазор равен 0,1...0,2 мм.

Состояние тормозов ходовых колес определяют по величине зазора между накладками колодок и тормозными барабанами. Зазор регулируют с помощью эксцентриков передней и задней колодок тормоза. Номинальный зазор равен 0,2...0,4 мм на расстоянии 20...30 мм от наружных концов накладок. Свободный ход рукоятки привода тормозов должен составлять 10...15 мм. Его регулируют вращением толкателя привода тормозов.

§ 8. Проверка и регулировка плугов

Сначала проверяют износ рабочих органов. Лемеха выбраковывают при толщине лезвий более 1 мм, дисковые ножи — при толщине кромки лезвия более 0,5 мм, полевые доски — при толщине менее 5 мм и ширине заднего конца менее 35 мм. Заусенцы и выщерблены на режущих кромках рабочих органов не допускаются. Головки болтов крепления отвалов, лемехов, предплужников и полевых досок не должны выступать над их плоскостями. Отвал со стороны поля не должен выступать за лемех, а кромка отвала — за кромку лемеха; со стороны борозды выступание допускается не более 10 мм. Лемех не должен выступать за отвал более чем на 2 мм. Зазор между лемехом и отвалом допускается не более 1 мм, а между лемехом и стойкой — до 3 мм; зазор между отвалом и стойкой в средней части — до

3 мм, в верхней — до 8 мм. Полевая доска должна плотно прилегать к стойке. Задний конец полевой доски и носок трапецеидального лемеха должны находиться в одной плоскости, а отклонение пятки допускается не более 5 мм.

Дисковый нож должен свободно вращаться; осевой зазор допускается не более 2 мм. Вилка должна свободно поворачиваться на стойке. Осевое перемещение вилки допускается не более 3 мм, радиальное биение диска — не более 6 мм.

Осевой зазор в подшипниках колес проверяют с помощью приспособления КИ-4850. При зазоре более 1 мм необходима регулировка. Радиальное и осевое биение заднего колеса допускается до 6 мм, остальных колес — до 8...10 мм (проверяют штангенрейсмусом).

Действие автомата подъема рабочих органов контролируют в следующем порядке.

Устанавливают под раму подставку высотой 850 мм и измеряют с помощью динамометра ДПУ-0,02-2 усилие включения автомата; оно не должно превышать 120 Н. Между внутренней плоскостью диска и собачкой должен быть зазор 1...1,5 мм. Автомат должен переводить плуг из транспортного положения в рабочее плавно, без заеданий. При этом все колеса должны подниматься на заданную глубину пахоты.

Проверяют состояние пружины и собачки. Пружина должна обеспечивать поворот собачки до полного соединения пластинки с зубом храповика. Перекосы и заедания собачки и пластинки не допускаются. При отжатой собачке зазор между зубьями храповика и концом пластинки собачки должен быть не менее 3 мм. Шатун должен поворачиваться.

Качество работы плуга во многом зависит от правильности расстановки рабочих органов. Поэтому по окончании технического обслуживания проверяют и, если необходимо, регулируют установку дисковых ножей и предплужников по отношению к корпусам.

§ 9. Проверка и регулировка культиваторов

Рабочие органы культиваторов должны удовлетворять следующим требованиям.

Толщина лезвий полольных односторонних и стрельчатых лап не должна превышать 0,5 мм. На каждые

100 мм длины лезвия допускается не более двух зазубрин глубиной до 1 мм и длиной до 3 мм. Режущие кромки полыхных односторонних лап должны быть заточены сверху, а стрелчатых — сверху и снизу под углом $10 \pm 2^\circ$.

Головки болтов и заклепок должны быть заподлицо с рабочей поверхностью лап. Допускается утопление головок болтов не более чем на 1 мм, а головок заклепок — не более чем на 0,5 мм. Круговой зазор между кромками головок болтов и кромками отверстий должен составлять не более 2 мм.

Зазор между кромкой лезвия и плитой, на которой она расположена, должен быть не более 3 мм, а зазор между плитой и носком лапы — не более 2 мм. Смещение носка лапы и подкормочного ножа от оси допускается не более 4 мм.

Требования к состоянию колес и подшипников их ступиц аналогичны требованиям к колесам и подшипникам плугов. Зазор между ободом колеса и чистиком должен быть не более 5 мм.

При каждом периодическом техническом обслуживании проверяют и, если необходимо, подтягивают крепления рабочих органов, шпренгелей, передаточных механизмов, туковысевающих аппаратов и других составных частей культиваторов.

Туковысевающие аппараты проверяют и при необходимости регулируют в следующем порядке.

Сняв приводную цепь и кожух, измеряют зазор между нижним срезом банки и верхним торцом тарелки. Если зазор превышает 1,3 мм, его регулируют путем изменения положения банки. Затем проверяют и при необходимости регулируют зазоры между сбрасывающими дисками и тарелкой (перемещением дисков), между концом направлятеля туков и поверхностью левого сбрасывающего диска, между тарелкой и чистиком, между боковой поверхностью делителя и правым сбрасывающим диском, между пяткой и носком делителя. Значения перечисленных зазоров не должны превышать 2,5 мм. При установке рычага регулятора на нулевое деление шкалы зазор между заслонкой и внутренней поверхностью тарелки должен составлять 5 ± 1 мм.

§ 10. Проверка и регулировка посевных и посадочных машин

Проверяют состояние рабочих органов. Толщина лезвий дисков (сошников) рядовой сеялки должна быть 0,4...0,5 мм; ширина фаски заточенной части — 6...8 мм. Чистик должен располагаться симметрично дискам; между чистиком и дисками допускается зазор до 2 мм. Диски на конусах должны вращаться свободно. Зазор в точке касания дисков при сжатии их с противоположной стороны не должен превышать 3 мм.

На сеялках, оборудованных сошниками с нерегулируемыми конусами, при большом осевом разбеге дисков вывинчивают пробки из шайб и специальным ключом подтягивают болты. При необходимости заменяют конусы.

На сеялках с регулируемыми конусами при чрезмерном качении дисков удаляют часть регулировочных колец, установленных между наружным и внутренним конусами. Если регулировка не помогает, конусы заменяют.

Проверяют и, если необходимо, регулируют подшипники качения ходовых колес. На сеялках СУБ-48, СУ-24, СУК-24А и других, имеющих колеса аналогичной конструкции, при осевом биении колес более 14 мм и радиальном более 10 мм заменяют буксы.

На сеялках с зубчатым передаточным механизмом измеряют зазор между впадиной зуба одной шестерни и головкой зуба другой. Его регулируют вращением установочного болта рамки разобшителя или перемещением рамки. Номинальный зазор составляет 2...3 мм.

У рядовых зерновых сеялок проверяют работу высевających аппаратов и проводят необходимые регулировки в следующем порядке.

Контролируют правильность установки катушек. При установке рычага, регулирующего норму высева, на нулевое деление шкалы все высевające аппараты должны быть закрыты, а торцы катушек находиться заподлицо с плоскостью розеток (допускаемое отклонение равно $\pm 0,5$ мм). При переводе рычага в противоположное положение высевające аппараты должны быть открытыми, а катушки полностью входить в корпус аппаратов.

На высевальных аппаратах с регулируемым клапаном проверяют и, если необходимо, регулируют зазор между клапаном и нижним ребром муфты.

Проверяют действие автомата³ подъема сошников. Ролик диска автомата должен плотно входить в ячейки храповой чашки, а диск и чашка автомата — надежно сцепляться и приводить в действие механизм подъема сошников.

У сеялок СКНК-6, СКНК-8, СКПН-6, СТСН-6А, СТН-2,8, СТШ-2,8 проверяют и, если необходимо, регулируют туковысевающие аппараты.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте основные параметры технического состояния специальных комбайнов, почвообрабатывающих, посевных и посадочных машин.

2. Расскажите об основных правилах диагностирования самоходной корнеуборочной машины КС-6.

3. Перечислите основные работы, выполняемые при периодическом техническом обслуживании рядовых сеялок.

4. Расскажите о приемах проверки и регулировки силосоуборочного комбайна КС-1,8 «Вихрь».

5. Как проверяют и регулируют плуги?

6. Какие требования предъявляют к рабочим органам культиваторов?

7. Укажите основные регулировочные параметры посевных машин.

Раздел четвертый

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Глава I

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ЗВЕНЬЕВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН

§ 1. Формы организации технического обслуживания машин

Организовать техническое обслуживание сельскохозяйственной техники означает правильно подобрать исполнителей; определить места и режимы их работы, выбрать необходимое оборудование, установить способы контроля, оплаты труда, разработать меры морального и материального стимулирования. Техническое обслуживание считается рационально организованным, если оно выполняется с наименьшими затратами времени, труда и средств при хорошем качестве работ и оптимальном удобстве.

Обслуживание сельскохозяйственной техники организуют по принципу специализации и кооперации труда при выполнении отдельных работ. Специализация позволяет механизировать сложные и трудоемкие процессы, повысить качество обслуживания машин, улучшить условия труда механизаторов, увеличить производительность машинно-тракторных агрегатов за счет сокращения времени обслуживания и повышения надежности машин. В целях лучшего использования рабочей силы и оборудования, снижения затрат на содержание служб наряду со специализацией применяется и кооперация труда.

Техническое обслуживание тракторов и сельскохозяйственных машин проводят следующие специализированные звенья: периодического технического обслуживания и диагностирования машин, заправки машин нефтепродуктами, устранения неисправностей, ремонта несложной сельскохозяйственной техники в нерабочий период. В производственных подразделениях с небольшим количеством сельскохозяйственной техники целесообразно совмещать отдельные звенья, а также созда-

вать звенья для обслуживания нескольких бригад или отделений.

Одна из форм организации технического обслуживания тракторов и других сложных машин — это обслуживание техники силами хозяйств. Несовершенство данной формы объясняется главным образом несоблюдением периодичности и низким качеством работ. Техническое обслуживание заключается в основном в устранении различного рода неисправностей и отказов. Плановое техническое обслуживание проводится лишь частично: его трудоемкость составляет 0,07...0,1 ч на 1 ч наработки трактора при плане 0,2...0,3 ч.

Невыполнение планового технического обслуживания в полном объеме объясняется следующими причинами:

- отсутствием в большинстве хозяйств необходимой материально-технической базы;

- недостатком и низкой квалификацией обслуживающего персонала;

- непроизводительными затратами рабочего времени инженерно-техническим персоналом (на организацию снабжения — до 60 %, устранение неисправностей и ремонт машин — до 30 %, организацию технического обслуживания — до 10 %).

В настоящее время формы обслуживания сельскохозяйственной техники развиваются в направлении централизации и специализации определенного объема работ по техническому обслуживанию и ремонту наиболее сложных машин в райсельхозтехнике. Эти формы основаны на специализации инженерной службы, концентрации материально-технической базы районного звена и кооперации со специализированными ремонтными предприятиями. В этих условиях райсельхозтехника, располагая необходимым оборудованием, более оперативно и квалифицированно решает вопросы рациональной организации технического обслуживания. В свою очередь, руководители и специалисты колхозов и совхозов имеют возможность уделять больше внимания вопросам улучшения использования техники и увеличения производства сельскохозяйственной продукции.

В последние годы ведутся поиски наиболее рациональных форм организации технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники с различной степенью участия объединений райсельхозтехники.

В настоящее время наибольшее распространение получили следующие четыре формы.

Первая форма предполагает техническое обслуживание машин силами и средствами хозяйств. Райсельхозтехника осуществляет кольцевой завоз запасных частей, гарантированное снабжение ими, техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей и энергонасыщенных колесных тракторов на СТОА и СТОТ, капитальный ремонт полнокомплектных машин и их составных частей.

Вторая форма предусматривает специализированное техническое обслуживание и ремонт машин силами хозяйств и райсельхозтехники (Богодуховский метод).

Третья форма представляет собой комплексное техническое обслуживание и ремонт машин силами и средствами райсельхозтехники (опыт Верхнехавской райсельхозтехники Воронежской области).

Четвертая форма основывается на техническом обслуживании и ремонте машин силами и средствами межколхозных объединений механизации, электрификации и мелиорации (опыт Молдавской ССР). Райсельхозтехника снабжает межколхозные объединения запасными частями, ремонтно-технологическим оборудованием, проводит техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей и энергонасыщенных тракторов на СТОА и СТОТ, капитальный ремонт машин и их составных частей.

§ 2. Техническое обслуживание машин силами и средствами хозяйств

Обслуживание сельскохозяйственной техники силами и средствами колхозов и совхозов организуют по двум основным принципам.

По первому принципу техническое обслуживание проводят в основном водители. Лишь при выполнении ремонтных работ водителям частично оказывается помощь со стороны рабочих ремонтных мастерских и инженерно-технических работников бригад и отделений. Этот принцип имеет ряд существенных недостатков, к которым относятся невозможность высококачественного выполнения работ, низкая производительность труда, высокая себестоимость работ, значительное снижение производительности машинно-тракторных агрегатов,

обусловленное большими простоями машин по техническим причинам.

Второй принцип основан на разделении и специализации труда. Он осуществляется при различных формах организации обслуживания сельскохозяйственной техники. Его сущность заключается в том, что все работы, связанные с периодическим техническим обслуживанием машин и устранением неисправностей, осуществляют специализированные звенья, возглавляемые мастером-наладчиком. Количественный состав этих звеньев определяется характером и объемом работ. Водители привлекаются к выполнению работ, как правило, на правах временных работников.

При такой форме организации технического обслуживания машин все работы могут быть организованы по одной из описанных ниже основных схем.

По первой схеме плановое техническое обслуживание, устранение неисправностей и текущий ремонт машин проводят на пунктах технического обслуживания и в ремонтных мастерских хозяйств; при необходимости заменяют вышедшие из строя составные части машин новыми или отремонтированными на специализированных предприятиях Госкомсельхозтехники СССР.

По второй схеме наряду с техническим обслуживанием и текущим ремонтом проводят капитальный ремонт конструктивно несложных машин с заменой непригодных составных частей новыми или отремонтированными на специализированных предприятиях Госкомсельхозтехники СССР. Эта схема применяется в крупных хозяйствах с собственной ремонтной базой и квалифицированными кадрами инженерно-технических работников и ремонтных рабочих.

Техническое обслуживание и ремонт машин по приведенным схемам могут быть организованы при определенных условиях, основными из которых являются следующие:

соответствующая материально-техническая база и возможность загрузки ремонтно-технологического оборудования в течение года;

наличие квалифицированных рабочих по ремонту и обслуживанию машин из расчета один рабочий на 4...6 тракторов при средней годовой наработке 1400...1600 у. э. га;

достаточное число инженерно-технических работников, позволяющее провести специализацию их труда по технологическим, квалификационным или другим признакам;

наличие сети дорог и средств связи с центральной усадьбой и райсельхозтехникой;

экономические возможности хозяйства.

Как показывают расчеты, создание материально-технической базы с набором необходимого ремонтно-технологического оборудования для выполнения всего комплекса работ по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники, осуществление специализации труда и укомплектование инженерно-технической службы целесообразно в крупных хозяйствах со значительным годовым объемом ремонтно-обслуживающих работ. В этом случае техническое обслуживание проводят по первой форме.

В большинстве же хозяйств обслуживание сельскохозяйственной техники следует организовывать по второй, третьей или четвертой формам.

§ 3. Техническое обслуживание машин с участием райсельхозтехники

В последние годы большое распространение получило специализированное обслуживание сельскохозяйственной техники колхозов и совхозов с участием райсельхозтехники (Богодуховский метод). В основу этой формы обслуживания положены разделение и специализация труда на базе кооперации. В данном случае широко используют материально-техническую базу райсельхозтехники, что позволяет в значительной мере сократить затраты средств хозяйствами на строительство и оборудование центральных ремонтных мастерских и других объектов. В обязанности хозяйств входит строительство и реконструкция пунктов технического обслуживания и обеспечение их звеньями мастеров-наладчиков и слесарей, которые под руководством и при участии работников специализированной инженерной службы райсельхозтехники выполняют техническое обслуживание и текущий ремонт машин. Хозяйства на договорных началах оплачивают содержание инженерной службы райсельхозтехники в соответствии со сметой затрат. Райсельхозтехника также выполняет заявки колхозов и совхозов

по доставке запасных частей, материалов, проводит капитальный ремонт машин и их составных частей.

Данная форма обслуживания позволяет полнее использовать возможности объединений райсельхозтехники по оказанию практической помощи хозяйствам в организации технического обслуживания и ремонта машин и оборудования, привлечь квалифицированных механизаторов хозяйств для проведения плановых технических обслуживаний машин, создать современную материально-техническую базу в колхозах и совхозах.

Для внедрения этой формы технического обслуживания необходимо создать:

материально-техническую базу райсельхозтехники, обеспечив ее мастерской общего назначения (МОН), станцией технического обслуживания тракторов (СТОТ) и автомобилей (СТОА), техническим обменным пунктом (ТОП), диспетчерской связью;

специализированную инженерную службу и службу технического обслуживания транспортных средств;

материально-техническую базу в хозяйствах (ПТО, в том числе мастерскую пункта, нефтесклады, моечные установки, площадки для хранения техники и др.);

специализированные звенья в бригадах колхозов и отделениях совхозов.

При внедрении этой формы особое внимание обращают на своевременность комплектования специализированной инженерной службы райсельхозтехники и создания материально-технической базы в хозяйствах. В противном случае техническое обслуживание машин ведется неоперативно и некачественно.

Как показывает опыт Богодуховской (Харьковская обл.), Жлобинской (Гомельская обл.), Еланецкой (Николаевская обл.) и других райсельхозтехник, внедрение специализированного технического обслуживания и ремонта машин во всех хозяйствах района позволяет значительно снизить затраты денежных средств на содержание специализированной инженерной службы объединения, распределяемые на обслуживаемые хозяйства.

Поэтапное внедрение специализированного технического обслуживания с первоначальной проверкой и отработкой данной формы в двух-трех хозяйствах позволяет освоить его с минимальными затратами средств и труда, а также обходиться ежегодно выделяемым

количеством средств диагностирования и технического обслуживания машин и денежных средств на создание материально-технической базы. Однако при этом увеличиваются сроки создания и внедрения необходимой материально-технической базы и специализированных звеньев.

Создание специализированной инженерной службы позволяет выравнивать транспортные расходы хозяйств и удельные издержки на оперативную доставку запасных частей и материалов, способствует повышению квалификации инженерно-технических работников, которые, в свою очередь, обучают кадры механизаторов, мастеров-наладчиков и слесарей в хозяйствах.

По мере роста энерговооруженности сельского хозяйства страны расширяются функции инженерных служб райсельхозтехники. Инициатором дальнейшего совершенствования форм организации технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники с участием объединений райсельхозтехники явилась Харьковская облсельхозтехника. Обобщив опыт организации ремонта и дефектации сельскохозяйственной техники, это объединение совместно с ГОСНИТИ разработало ряд организационно-технических мероприятий, позволяющих обеспечить планомерную подготовку техники к работе. Служба организации ремонта и дефектации является составной частью системы технического обслуживания и ремонта машин. Основные задачи этой службы — обеспечение всего объема работ по дефектации сельскохозяйственной техники; установление номенклатуры и объемов работ, выполняемых хозяйствами и райсельхозтехникой; организация доставки машин, их составных частей и деталей на комплектовочный склад или ТОП транспортом райсельхозтехники; подготовка машин к длительному хранению; внедрение передового опыта организации и проведения ремонта машин.

§ 4. Комплексное техническое обслуживание машин

Эта форма представляет собой специализированное техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники колхозов и совхозов силами и средствами объединений райсельхозтехники. Ее впервые применила Цебриковская райсельхозтехника (Одесская область).

в 1962 г. путем создания производственных участков, возглавляемых участковыми механиками, а также специализированных звеньев мастеров-наладчиков и слесарей-ремонтников.

По ряду объективных причин в то время такая форма организации технического обслуживания и ремонта МТП не получила широкого распространения. К числу этих причин относятся:

нерегулярное и не в полном объеме проведение плановых технических обслуживаний, отсутствие квалифицированных кадров мастеров-наладчиков, неукomплектованность специализированных звеньев райсельхозтехники постоянным составом рабочих из числа механизаторов хозяйств, обусловленная сравнительно низкой оплатой их труда по сравнению с трудом механизаторов колхозов и совхозов;

слабая материально-техническая база райсельхозтехники, в том числе недостаточная обеспеченность передвижными средствами технического обслуживания и ремонта, запасными частями и материалами, отсутствие средств диагностирования, недостаток помещений и технологического оборудования для планового технического обслуживания МТП в бригадах (отделениях) хозяйств;

использование инженерной службы райсельхозтехники, в том числе инженерно-технических работников производственных участков, не по назначению;

отсутствие в большинстве хозяйств правильного учета затрат средств на техническое обслуживание и ремонт машин, а также на расходование нефтепродуктов;

отсутствие рациональных форм оплаты колхозами и совхозами работ, выполняемых силами и средствами райсельхозтехники.

В настоящее время после создания соответствующих предпосылок эта форма получает всё большее распространение. Большой опыт во внедрении комплексного технического обслуживания машин накоплен Верхне-хавской райсельхозтехникой Воронежской области. Эта организация является инициатором внедрения более совершенной формы комплексного технического обслуживания в новых условиях — при более высокой степени оснащённости материально-технической базой хозяйств и райсельхозтехники.

Основное отличие Верхнехавского метода от Богодуховского заключается в следующем.

Райсельхозтехника несет полную ответственность за состояние имеющейся в хозяйствах техники. Механизаторы и инженерно-технические работники хозяйств отвечают за использование машин, а работники райсельхозтехники — за техническое обслуживание и ремонт. В этой связи пришлось изменить структуру служб райсельхозтехники. Указанное объединение создало инженерную службу с учетом опыта райсельхозтехник других зон страны, а также рекомендаций научно-исследовательских институтов сельского хозяйства. На территории обслуживаемых хозяйств были созданы производственно-технические участки райсельхозтехники в арендуемых центральных ремонтных мастерских и на ПТО колхозов и совхозов. В штат районного объединения были приняты мастера-наладчики, ремонтные рабочие (токари, слесари-ремонтники), инженеры, техники, бухгалтеры, ранее числившиеся в штатах хозяйств.

В состав руководящего звена райсельхозтехники входит заместитель управляющего по техническому обслуживанию, старший экономист, два старших инженера по техническому диагностированию, четыре старших инженера технологического отдела, старший инженер-диспетчер, инженер по комплектованию, два инженера-комплектовщика, три бухгалтера. Численность инженерно-технических работников на производственных участках устанавливается в зависимости от количества машин и местных условий каждого хозяйства.

В Верхнехавской райсельхозтехнике укреплены существующие и созданы новые службы по техническому обслуживанию и ремонту машин — диагностическая, диспетчерская, централизованной доставки машин, их составных частей и деталей. Материально-техническая база включает ремонтные мастерские, ПТО и передвижные механизированные агрегаты технического обслуживания, средства диагностирования, машинные дворы и др. Штаты инженерно-технических работников соответствуют нормативам, действующим в системе Госкомсельхозтехники РСФСР.

Техническое обслуживание и несложный ремонт машин в основном проводят специализированные звенья мастеров-наладчиков и слесарей на ПТО и в центральных ремонтных мастерских хозяйств. Сложные виды

технического обслуживания и ремонта машин выполняются в райсельхозтехнике (на СТОТ, СТОА, в МОН) с использованием составных частей, отремонтированных на специализированных предприятиях. Специализированные звенья согласовывают свою работу с инженерной службой хозяйства, в первую очередь с главным инженером. Инженерная служба хозяйства обеспечивает высокопроизводительное использование сельскохозяйственной техники, соблюдение агротехнических требований, подготовку квалифицированных кадров механизаторов широкого профиля, организацию социалистического соревнования. Специалисты райсельхозтехники несут ответственность за качество технического обслуживания и ремонта машин, за их техническую готовность.

Разработаны новая форма и порядок расчетов с хозяйствами за работы по техническому обслуживанию и ремонту машин. Райсельхозтехника возмещает расходы за счет отчислений с выполненного объема работ: для парка тракторов, комбайнов и других сельскохозяйственных машин — в размере 1,74 руб. с у. э. га, автомобилей — 2,54 руб. за 100 км пробега, за все виды обслуживания животноводческих ферм — в размере 24% его балансовой стоимости (реконструкция ферм и изготовление нестандартного оборудования оплачиваются отдельно).

Труд рабочих специализированных звеньев оплачивается по нормам и расценкам, действующим на станциях технического обслуживания и в ремонтных мастерских райсельхозтехники. Разработанное объединением положение предусматривает премирование за высокое качество и своевременное выполнение работ, обеспечение предусмотренного договором коэффициента технической готовности обслуживаемых машин, экономию денежных средств на содержание техники. Последние распределяются следующим образом: 40% — на премирование рабочих и инженерно-технических работников райсельхозтехники, 20% — на развитие материально-технической базы хозяйства.

Форма технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, принятая в Верхнехавском районе, позволяет:

рациональнее распределить работы по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники.

между специализированными звеньями, прикрепленными к хозяйствам, центральной ремонтной базой райсельхозтехники и специализированными ремонтными предприятиями с учетом минимума удельных издержек;

сократить потребность в рабочей силе для проведения технического обслуживания и ремонта техники за счет более высокой производительности труда на предприятиях райсельхозтехники;

сосредоточить материальные ресурсы (запасные части, ремонтные материалы и др.) в райсельхозтехнике;

улучшить сбор и восстановление деталей, позволяющие пополнить материальные ресурсы и снизить затраты на содержание техники;

снизить трудовые затраты на производство сельскохозяйственной продукции;

повысить ответственность всех служб райсельхозтехники (СТОТ, СТОА, МОН, ТОП, базы снабжения и др.) за своевременное и качественное выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту машин;

создать единую инженерную службу, обеспечивающую высокую техническую готовность машин и поддержание их в исправном состоянии.

Несмотря на перечисленные положительные стороны, эта форма нуждается в дальнейшем совершенствовании и доработке. Предстоит решить ряд вопросов по совершенствованию материально-технической базы и структуры инженерной службы, форм контроля и оплаты услуг, повышению взаимной ответственности хозяйств и райсельхозтехники, увеличению объема работ, выполняемых на договорных началах, улучшению социальной структуры производственных участков, подготовке квалифицированных кадров широкого профиля.

Комплексное техническое обслуживание сельскохозяйственной техники организовано в Орловской, Горьковской, Пермской, Новгородской и других областях страны.

§ 5. Обслуживание и ремонт техники силами и средствами производственного объединения механизации и электрификации сельского хозяйства

В Молдавской ССР создана новая форма организации обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники на основе межхозяйственной кооперации. Сель-

скохозяйственную технику (кроме автомобилей), материально-техническую базу, обслуживающий персонал (трактористы-машинисты, ремонтные рабочие, специализированные звенья мастеров-наладчиков и другие работники) колхозов сосредоточили на добровольных началах в районных межколхозных объединениях механизации, электрификации и мелиорации сельского хозяйства, в которых организованы специализированные службы технического обслуживания и ремонта машин. В среднем каждое объединение имеет около 1000 тракторов, около 300 зерноуборочных и специальных комбайнов и другую технику.

Создание межколхозных объединений позволило организовать единую инженерную службу машиноиспользования, осуществить оперативное, более эффективное использование техники в пределах района, организовать специализацию механизаторов по определенным отраслям производства. В результате этого повысилась производительность труда, улучшилось качество работ и снизилась себестоимость сельскохозяйственной продукции.

Использование и обслуживание техники планируется межколхозным центром, в котором образованы службы: инженерно-техническая, растениеводства (агрономическая), механизации животноводческих ферм, электрификации, материально-технического снабжения, финансово-экономическая, оперативного управления и связи.

Инженерно-техническая служба обеспечивает высокопроизводительное использование и обслуживание сельскохозяйственной техники, ведает строительством и реконструкцией материально-технической базы технического обслуживания и ремонта. Возглавляет службу инженер-организатор (заместитель председателя объединения).

В каждом колхозе объединение организует производственный участок, состоящий из нескольких тракторных бригад. Возглавляет участок главный инженер, который организует все работы по эксплуатации и обслуживанию сельскохозяйственной техники, закрепленной за колхозом, на основе годовых, квартальных и месячных планов-графиков, а также обеспечивает своевременное и качественное диагностирование, техническое обслуживание, обкатку и хранение машин.

В условиях межколхозных объединений инженерная служба хозяйств освобождается от работ, не входящих в ее функции (снабжение запасными частями и ремонтными материалами), и занимается вопросами сельскохозяйственного производства, машиноиспользования, эксплуатации и технического обслуживания машин, освоения и внедрения новой техники и прогрессивной технологии возделывания культур.

В тракторных бригадах предусматривается строительство пунктов технического обслуживания. Там же создаются постоянные звенья обслуживания, ремонта и регулировки сельскохозяйственной техники.

Планом развития материально-технической базы межколхозных объединений предусматривается строительство производственных комплексов по техническому обслуживанию и текущему ремонту техники. В каждый из этих комплексов входят: ремонтная мастерская для текущего ремонта на 1000 условных ремонтов с постами диагностирования и технического обслуживания сложных машин; гараж на 150...250 автомашин; склад запасных частей по типу технического обменного пункта; площадка ремонтного фонда и готовой продукции; нефтесклад на 250 м³ топлива и масел; учебный центр для подготовки и повышения квалификации кадров механизаторов и ремонтников с демонстрационной площадкой новой техники; административно-бытовой корпус.

В своей производственной деятельности мастерская межколхозного объединения кооперируется со специализированными ремонтными предприятиями Госкомсельхозтехники Молдавской ССР, осуществляющими капитальный ремонт машин и их составных частей.

Опыт внедрения межхозяйственных объединений по механизации и электрификации в Молдавской ССР показал, что эта форма использования и обслуживания машинно-тракторного парка колхозов имеет ряд преимуществ по сравнению с ранее существовавшими. Благодаря централизации служб технического обслуживания и ремонта техники, материально-технического снабжения, внедрению оперативного управления и новых форм организации труда механизаторов заметно улучшились показатели машиноиспользования.

К недостаткам данной формы технического обслуживания и ремонта техники следует отнести наличие

ных) и уборочных. Во время посева и уборки урожая должна быть обеспечена максимальная надежность и эффективность работы агрегатов.

Техническое обслуживание зерноуборочных комбайнов в период уборки хлебов должно быть организовано так, чтобы простои по техническим причинам были сведены к минимуму.

В колхозах и совхозах нашей страны широкое распространение получила уборка хлебов уборочно-транспортными комплексами. Эта новая организационная и технологическая система, обеспечивающая точное выполнение уборочных и транспортных работ в сочетании с послеуборочной обработкой почвы, зародилась в хозяйствах Ипатовского района Ставропольского края.

В ГОСНИТИ разработаны технологические рекомендации по техническому обслуживанию уборочно-транспортных комплексов, позволяющие обеспечить высокий уровень работоспособности машин при минимальных трудовых и материальных затратах. Согласно этим рекомендациям, в период уборки урожая материально-техническую базу (передвижные и стационарные средства технического обслуживания, запасные части, топливо, смазочные материалы и др.), принадлежащую хозяйствам и райсельхозтехнике, стермятся максимально приблизить к работающим машинам. Техническое обслуживание и устранение неисправностей машин проводят специализированные звенья, а комбайнеры и шоферы работают только в качестве водителей.

Форму организации технического обслуживания выбирают с учетом конкретных условий. Техническое обслуживание машин, как правило, проводят в нерабочее время, чаще всего ночью. При этом наиболее эффективная форма организации работ — специализированное техническое обслуживание силами райсельхозтехники, обеспечивающее наилучшее использование механизированных средств, высокое качество работ, значительное сокращение сроков простоя машин на техническом обслуживании.

Специализированное техническое обслуживание машин силами райсельхозтехники, имеющей наиболее квалифицированные кадры и необходимую материально-техническую базу, позволяет инженерной службе хозяйства сосредоточить свое внимание на решении

производственных вопросов, рациональной организации технологического процесса уборки урожая; более полной загрузке машин, контроле качества их работы.

Райсельхозтехника в этом случае выполняет основной объем работ по техническому обслуживанию машин и устранению неисправностей, осуществляет инженерное руководство, организует работу специализированных звеньев. Если хозяйство находится на расстоянии не более 10...15 км от базы райсельхозтехники, подготовку машин к уборке проводят в мастерских общего назначения райсельхозтехники. При большей удаленности хозяйства подготовку комбайнов к уборке осуществляют силами райсельхозтехники на центральной усадьбе хозяйства. При подготовке комбайнов к уборке применяют агрегат КИ-3967М ГОСНИТИ.

К основным видам работ, выполняемых специализированными звеньями при подготовке уборочно-транспортного комплекса к уборке урожая, относятся следующие: диагностирование (технический осмотр) наиболее ответственных составных частей машин; регулировка рабочих органов; герметизация сопряжений и щелей с целью исключения потерь урожая; проверка средств технической и пожарной безопасности; обучение механизаторов передовым методам уборки культур; комплектование уборочно-транспортных комплексов; ознакомление механизаторов с условиями оплаты труда за своевременную и качественную уборку урожая; организация социалистического соревнования между механизаторами комплексов.

Специализированное техническое обслуживание силами райсельхозтехники особенно целесообразно в небольших хозяйствах, имеющих слабую материально-техническую базу и инженерную службу. При этом используют в основном передвижные агрегаты технического обслуживания машин. Крупные колхозы и совхозы, располагающие необходимой материально-технической базой и инженерной службой, могут организовывать техническое обслуживание уборочно-транспортных комплексов своими силами. Наряду с применением агрегатов типа АТО в крупных хозяйствах организуют на границе нескольких полей передвижной пункт технического обслуживания. Такое сочетание средств технического обслуживания обеспечивает наиболее эффективное их использование.

Для проведения ремонта, выявления и устранения неисправностей машин уборочно-транспортного комплекса в полевых условиях рекомендуется использовать ремонтно-диагностические мастерские МПР-817Д ГОСНИТИ и МПР-9924 ГОСНИТИ. Заправку машин нефтепродуктами и водой осуществляют с помощью механизированного заправочного агрегата МЗ-3904 и автозаправочной цистерны АТЗ. Чтобы организовать своевременную заправку машин в поле, необходимо знать количество и марки машин, расстояние от поста заправки бригады или отделения до места работы, количество нефтепродуктов, требуемое для разовой заправки машин.

Оперативное управление работой уборочно-транспортных комплексов осуществляет диспетчерская служба хозяйства. В целях повышения эффективности технического обслуживания уборочно-транспортных комплексов одну из машин комплекса оборудуют рацией, обеспечивающей двустороннюю диспетчерскую связь между уборочно-транспортным комплексом, пунктом технического обслуживания и центральной ремонтной мастерской.

В обязанности диспетчерской службы входят: доведение до исполнителей оперативных планов, заданий, указаний и распоряжений руководителей, а также контроль их выполнения; принятие, обработка и систематизация оперативных сводок и сообщений о ходе уборочных работ, а также информация о них руководителей хозяйства и соответствующих служб; обеспечение двусторонней связи между руководителями (специалистами) и персоналом уборочно-транспортного комплекса.

Ипатовский метод комплексного использования сельскохозяйственной техники применяют также на посевных и посадочных работах, при заготовке кормов и на других видах полевых работ. Техническое обслуживание комплексов организуют по аналогии с техническим обслуживанием уборочно-транспортных комплексов.

§ 8. Порядок выполнения работ при диагностировании и техническом обслуживании машин в хозяйствах

Процесс диагностирования и технического обслуживания составных частей машин состоит из подготовительного, основного и заключительного этапов.

Подготовительный этап включает следующие работы: очистку и мойку, установку машины на пункте технического обслуживания; внешний осмотр и занесение его результатов в диагностическую карту; некоторые работы по техническому обслуживанию, монтаж первичных преобразователей и средств измерений. В основной этап входят все работы по техническому обслуживанию, предусмотренные действующими правилами, а также установление необходимых режимов работы дизеля или машины, измерение параметров состояния составных частей машины и занесение результатов в диагностическую карту. Заключительный этап предусматривает постановку диагноза, по которому определяют характер и объем работ по поддержанию машины в работоспособном состоянии, а также прогнозирование остаточного ресурса составных частей; снятие с машины средств измерений и первичных преобразователей. Работы по обслуживанию машины на подготовительном этапе диагностирования необходимо выполнять главным образом для повышения точности измерения параметров состояния. Обычно эти работы заключаются в промывке составных частей, креплении деталей, регулировке отдельных сопряжений, а также в устранении мелких неисправностей, мешающих правильной постановке диагноза.

Необходимый режим диагностирования, характеризующийся температурой охлаждающей жидкости и картерного масла, частотой вращения коленчатого вала, нагрузкой и другими параметрами, устанавливают для поддержания одинаковых (сопоставимых) условий диагностирования и уменьшения погрешности измерения параметров состояния. Соблюдение заданных режимов при измерении одних и тех же параметров позволяет сравнивать результаты измерений, проводимых в разное время, и точнее определять динамику параметров за известный период работы машины.

С целью наиболее оперативного планирования сроков технического обслуживания, снижения простоев и повышения эффективности использования средств диагностирования плановую периодическую проверку состояния машин приурочивают к соответствующему виду технического обслуживания. При этом работы по диагностированию выполняют одновременно с работами по техническому обслуживанию в определенной по-

следовательности. Крепежные, очистительно-моечные, смазочные и заправочные работы проводят в соответствии с правилами технического обслуживания. Регулировочные работы выполняют при необходимости согласно результатам диагностирования. Одновременно с планово-предупредительными работами устраняют неисправности, обнаруженные при проверке состояния составных частей машины.

Качество диагностирования и технического обслуживания машины зависит от квалификации обслуживающего персонала и распределения обязанностей между исполнителями.

Ниже перечислены обязанности рабочих специализированного звена при периодических технических обслуживаниях тракторов.

При ТО-1 и ТО-2 всеми работами руководит и непосредственно участвует в них мастер-наладчик. В работах по диагностированию и обслуживанию трактора, кроме мастера-наладчика, участвуют тракторист-машинист и слесарь. Мастер-наладчик выполняет наиболее сложные работы и контролирует качество выполнения работ по техническому обслуживанию трактористом-машинистом, который в основном занимается очистительно-моечными, крепежными, смазочными и заправочными работами. Слесарь помогает мастеру-наладчику и устраняет обнаруженные неисправности.

При ТО-3 и после межремонтной наработки всеми работами руководит мастер-диагност, выполняющий сложные диагностические и регулировочные работы*. Он анализирует результаты диагностирования, устанавливает виды и объем планово-предупредительных и ремонтных работ, определяет остаточный ресурс составных частей, заполняет диагностическую карту. Слесарь помогает мастеру-диагносту и устраняет обнаруженные неисправности. В обязанности мастера-наладчика входит проведение диагностических и регулировочных работ, предусмотренных ТО-1 и ТО-2. Тракторист-машинист выполняет очистительно-моечные, крепежные, смазочные и заправочные работы и помогает мастеру-наладчику.

* Под межремонтной наработкой следует понимать наработку, при которой остаточный ресурс, установленный по результатам предыдущего диагностирования, полностью исчерпан.

Перед началом диагностирования тракторист-машинист дает сведения мастеру-наладчику или мастеру-диагносту о неполадках, обнаруженных им за время работы трактора после предыдущего периодического технического обслуживания. Кроме того, перед ТО-3 и после межремонтной наработки мастер-диагност и мастер-наладчик проверяют наработку и другие эксплуатационные показатели, анализируют динамику расхода топлива и смазочных материалов.

При отсутствии явных неисправностей, снижающих надежность трактора, износное состояние нерегулируемых сопряжений нового или отремонтированного трактора рекомендуется первый раз проверять после наработки до второго ТО-3. В дальнейшем в зависимости от остаточного ресурса сроки проверки износного состояния составных частей приурочивают к соответствующему виду планового технического обслуживания. Основанием для этого является диагностическая карта, в которую записывают остаточный ресурс.

Состав и число специализированных звеньев, а также количество рабочих звена определяют в зависимости от объема работ, а квалификацию работников в них — с учетом конкретных условий эксплуатации сельскохозяйственной техники.

Рабочие специализированных звеньев должны иметь большой опыт и соответствующие навыки в области технического обслуживания, хорошо знать конструкцию машин.

Мастер-диагност и мастер-наладчик, кроме того, должны знать устройство и принцип работы средств диагностирования, уметь обнаруживать и устранять неисправности в машинах, уметь прогнозировать (предсказывать) ресурс безотказной работы основных составных частей тракторов. Квалификация слесарей должна соответствовать установленным разрядам.

§ 9. Последовательность диагностирования и технического обслуживания машин

Последовательность выполнения работ при диагностировании и техническом обслуживании должна быть такой, чтобы рабочие звена не мешали друг другу, не делали излишних движений и не повторяли элементов подготовительно-заключительных работ.

Чтобы сократить продолжительность диагностирования при плановом техническом обслуживании, многие работы можно совмещать.

В первую очередь рекомендуется проверять те сопряжения, неисправность которых оказывает наиболее существенное влияние на параметры состояния проверяемого механизма. Например, на мощность дизеля влияют загрязненность воздухоочистителя и фильтрующих элементов тонкой очистки топлива, зазоры клапанов газораспределения, угол опережения подачи топлива и другие параметры состояния. Поэтому, прежде чем испытывать дизель, необходимо проверить эти параметры.

При ТО-3 (у тракторов), ТО-2 (у комбайнов) и после межремонтной наработки прежде всего проверяют износное состояние составных частей машины. По результатам проверки решают вопрос, целесообразна ли дальнейшая эксплуатация машины без ремонта. При этом сначала определяют состояние тех составных частей, срок службы которых обуславливает ресурс соответствующих агрегатов или машины в целом, например кривошипно-шатунного механизма двигателя, шестерен и подшипников силовой передачи, подвески трактора.

При предельном износе основных сопряжений и деталей состояние остальных сопряжений данной составной части (в том числе регулируемых в эксплуатации) проверять не следует, так как составная часть подлежит ремонту. Например, если при диагностировании дизеля оказалось, что в одном из подшипниковых сопряжений коленчатого вала зазор превышает допускаемое значение, то это является основанием для постановки дизеля на ремонт.

При возникновении неисправностей и отказов, требующих применения средств диагностирования, проводят внеплановое (заявочное) диагностирование. При этом, чтобы снизить затраты на поиски неисправностей, необходимо учитывать вероятность возникновения неисправности и время, затрачиваемое на ее поиск. Диагностирование следует начинать с тех составных частей, для которых отношение времени, требуемого на выявление неисправности, к вероятности ее возникновения получается минимальным. Например, перегрев дизеля, сопровождаемый кипением воды в радиаторе, возможен вследствие среза шпонки крыльчатки водяного насоса,

чрезмерного загрязнения сердцевины радиатора, ослабления ремня вентилятора и по другим причинам. Наиболее часто такая неисправность встречается при ослаблении ремня вентилятора, а время на проверку натяжения ремня затрачивается минимальное. Поэтому поиск причины перегрева дизеля нужно начинать с проверки натяжения ремня вентилятора.

В случае неисправностей или отказов сначала устанавливают возможные причины их возникновения по характерным признакам. Затем, исходя из предполагаемой причины возникновения неисправности или отказа, подбирают соответствующие средства диагностирования, с помощью которых дают заключение (ставят диагноз) о характере неисправности.

Контрольные вопросы

1. Перечислите формы организации технического обслуживания машин. В чем их принципиальное различие?

2. При каких условиях возможно техническое обслуживание и ремонт машин силами и средствами хозяйств?

3. Расскажите об особенностях технического обслуживания и ремонта машин с участием райсельхозтехники.

4. Охарактеризуйте форму организации комплексного технического обслуживания машин. Каковы ее преимущества по сравнению с другими формами и пути дальнейшего совершенствования?

5. В чем заключается сущность формы организации технического обслуживания машин силами и средствами производственного объединения механизации и электрификации сельского хозяйства?

6. Расскажите об особенностях централизованного технического обслуживания энергонасыщенных колесных тракторов.

7. Каков порядок организации технического обслуживания уборочно-транспортных и других комплексов?

8. Расскажите о порядке выполнения работ при диагностировании и техническом обслуживании машин специализированным звеном. Как распределяются обязанности между исполнителями?

9. Какова последовательность диагностирования и технического обслуживания тракторов и комбайнов при плановом и заявочном обслуживании?

Глава II

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СЛУЖБ РАЙСЕЛЬХОЗТЕХНИКИ И ХОЗЯЙСТВ

§ 1. Задачи и состав групп инженерной службы райсельхозтехники

Внедрение новых форм обслуживания сельскохозяйственной техники с участием райсельхозтехники потребовало изменения структуры этих организаций. Была

введена должность заместителя управляющего по техническому обслуживанию и образована инженерная служба со следующими группами: инженерно-технической, оперативного выполнения заказов и диспетчерской.

В обязанности инженерно-технической группы входит:

- выполнение (или участие в выполнении) наиболее сложных работ при техническом обслуживании и устранении неисправностей машин;

- организация и выполнение работ по диагностированию сельскохозяйственной техники, проведение периодических технических осмотров;

- обеспечение ПТО хозяйств оборудованием, приборами, инструментом и технической документацией;

- разработка совместно с главными инженерами хозяйств планов-графиков технических обслуживаний и ремонтов машин, а также технологических планировок объектов, предусмотренных для ПТО;

- контроль сроков и качества выполнения работ по техническому обслуживанию машин;

- инженерное руководство работой звеньев ПТО хозяйств по техническому обслуживанию и технологической подготовке машин;

- организация работ по эффективному использованию и совершенствованию объектов, ПТО, центральных ремонтных мастерских и нефтескладов хозяйств;

- обучение работников звеньев ПТО передовым приемам труда, а также правильному использованию стационарного и передвижного оборудования при техническом обслуживании машин;

- внедрение прогрессивных технологических процессов, новой техники, оборудования и мероприятий по научной организации труда при техническом обслуживании машин;

- оказание хозяйствам помощи в паспортизации оборудования;

- анализ показателей использования и затрат на техническое обслуживание машинно-тракторного парка хозяйств.

В состав инженерно-технической группы входят старшие инженеры-технологи участков, мастера-диагносты, мастера передвижных ремонтных мастерских, шоферы-слесари.

Обязанности группы оперативного выполнения заказов:

прием поступающих из хозяйств составных частей машин, требующих ремонта, передача их в ремонтную мастерскую и отправка после ремонта на ПТО;

комплектация и отправка по заказам хозяйств составных частей машин, ремонтных материалов и нефтепродуктов при снабжении ими через базу райсельхозтехники;

контроль своевременного выполнения сроков ремонта в мастерской райсельхозтехники составных частей машин, поступивших из хозяйств;

прием от шоферов-экспедиторов изношенных составных частей машин взамен новых или отремонтированных, доставленных из райсельхозтехники на ПТО;

составление ежедневных заявок на недостающие запасные части, ремонтные материалы, составные части обменного фонда, нефтепродукты; оказание помощи хозяйствам в составлении перспективных заявок на запасные части, ремонтные материалы, составные части обменного фонда, нефтепродукты при снабжении ими хозяйств через базу райсельхозтехники;

отметка в диспетчерских журналах результатов выполнения заказов хозяйств.

Группа оперативного контроля состоит из старшего инженера-комплектовщика (руководителя группы), инженеров-комплектовщиков заказов ПТО, инженера-комплектовщика по нефтехозяйству, шоферов-экспедиторов.

В обязанности диспетчерской группы, кроме решения общих вопросов диспетчерской связи между подразделениями райсельхозтехники, входят:

прием по радио или телефону поступающих от ПТО заказов на диагностирование и проведение сложных технических обслуживаний машин, ремонтные работы, выполняемые при устранении неисправностей, плановые ремонты машин и оборудования, а также на доставку запасных частей, ремонтных материалов, составных частей обменного фонда, нефтепродуктов;

регистрация заказов ПТО в диспетчерских журналах и передача выписки из журналов инженерам-комплектовщикам для выполнения заказов, контроль их исполнения;

оперативная информация работников инженерной службы райсельхозтехники о состоянии технического обслуживания сельскохозяйственной техники колхозов и совхозов, контроль своевременного выполнения распоряжений, оперативная связь с группами инженерной службы и ПТО.

Диспетчерская группа включает старшего инженера-диспетчера (руководитель группы), сменных диспетчеров, инженера или техника по эксплуатации средств связи.

Диспетчерская группа имеет постоянную оперативную связь с диспетчерами-информаторами бригад колхозов и отделений совхозов.

Учитывая исключительно важную роль диспетчерской связи в управлении производственными процессами и контроле за выполнением планов, диспетчерскую группу, включая диспетчеров-информаторов, можно выделить в самостоятельную службу.

§ 2. Организация работы диспетчерской службы.

Диспетчерская служба по техническому обслуживанию сельскохозяйственной техники выполняет следующие функции:

- осуществляет оперативное руководство техническим обслуживанием машин и контроль за своевременным выполнением всех видов обслуживания сельскохозяйственной техники в хозяйствах;

- поддерживает постоянную связь с производственными подразделениями, занимающимися обслуживанием и ремонтом техники; собирает информацию о ходе выполнения производственных планов и заданий, о времени и причинах простоев машин;

- принимает на основе получаемой информации оперативные решения и необходимые меры с тем, чтобы обеспечить выполнение планов, заданий и передаваемых оперативных команд;

- систематически информирует руководство и инженерно-технический персонал хозяйств о техническом состоянии машинно-тракторного парка и ходе выполнения планов и заданий по техническому обслуживанию машин.

Деятельность диспетчерской службы складывается из оперативной, контрольно-учетной, информационной и аналитической работ.

Оперативная работа заключается в поддержании связи со всеми производственными участками, основными из которых являются бригады, отделения и фермы. Внимание диспетчера должно быть нацелено на правильную организацию работы ПТО, СТОВ, МОН и передвижных средств диагностирования и обслуживания техники.

Наряду с принятием от производственных участков информации диспетчер оперативно решает вопросы технического обслуживания и использования машин.

Контрольно-учетная работа основана на контроле и учете показателей машиноиспользования, технического состояния машин, расхода топлива и масел, наработки тракторов, комбайнов и других сложных сельскохозяйственных машин. В основу диспетчерского учета положены формы первичной отчетности бригад колхозов и отделений совхозов.

Информационная работа состоит в обобщении сведений, поступающих от бригад (отделений), и ежедневном докладе руководству о выполнении производственных заданий.

Аналитическая работа заключается в повседневной оценке складывающейся производственной обстановки на основе диспетчерских данных, что позволяет вскрывать недостатки в использовании и техническом обслуживании машинно-тракторного парка и оперативно регулировать производственный процесс.

Каждый из работников диспетчерской службы имеет вполне определенные обязанности.

Старший инженер-диспетчер руководит всеми подразделениями службы, контролирует своевременность технического обслуживания машин и оборудования, работу передвижных средств диагностирования и технического обслуживания, следит за своевременным обеспечением ПТО хозяйств запасными частями, ремонтными материалами и нефтепродуктами, принимает меры к ликвидации простоев машин по техническим причинам.

В обязанности сменных диспетчеров (операторов диспетчерского пункта) входит ведение оперативной, контрольно-учетной и информационной работы. С этой целью диспетчерский пункт оснащается аппаратурой радио и телефонной связи, планом-картой землепользования с указанием мест расположения стационарных диспетчерских участков, стендом для наглядной документа-

ции, шкафом для документов и бланков учетных карточек, репродуктором радио-трансляционной сети или радиоприемником, часами, наружным термометром, барометром, настольной счетной машиной и др.

Диспетчерский пункт должен иметь следующую документацию по техническому обслуживанию МТП: журнал диспетчера; карточки работы тракторов и комбайнов; контрольные графики работы тракторов и комбайнов; контрольные графики плановых технических обслуживаний тракторов, комбайнов и других сложных машин; журнал выезда передвижных диагностических установок, ремонтных и ремонтно-диагностических мастерских.

Журнал диспетчера — основной оперативный документ, в котором регистрируют все запросы тракторных бригад, отделений и других производственных участков.

Карточки работы тракторов и комбайнов ведутся отдельно по каждому трактору и комбайну и заполняются ежедневно при приеме информации от бригад (отделений).

Контрольные графики работы тракторов (комбайнов) дают наглядное представление о наработке, причинах и продолжительности простоев по каждой машине и по парку в целом. *Контрольные графики технических обслуживаний тракторов* (комбайнов) служат наглядными контрольно-учетными документами, позволяющими следить за своевременностью проведения периодических технических обслуживаний каждого трактора или комбайна. *Журнал выезда* передвижных средств диагностирования, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники является контрольно-оперативным документом, с помощью которого диспетчер следит за местонахождением каждого из перечисленных технических средств.

Инженер или техник по эксплуатации средств связи отвечает за исправность и бесперебойность работы аппаратуры, за своевременность и качество ее обслуживания и правильность эксплуатации.

Диспетчеры-информаторы бригад (отделений) контролируют выполнение планов, собирают и своевременно передают на диспетчерский пункт необходимую информацию, принимают указания старшего инженера-диспетчера о постановке машин на техническое обслуживание и ремонт и передают их исполнителям, инфор-

мируют старшего инженера-диспетчера или сменного диспетчера о результатах проведения технического обслуживания и ремонта машин.

§ 3. Задачи и состав звеньев ПТО колхозов и совхозов

Если обслуживание сельскохозяйственной техники осуществляется с участием райсельхозтехники, то в подборе и расстановке кадров звеньев ПТО, создаваемых по решению правления колхоза или по приказу директора совхоза, обязательно участвует старший инженер-технолог участка райсельхозтехники. Он организует работу звеньев.

Звенья ПТО выполняют следующие функции:

- участвуют в эксплуатационной обкатке машин и оборудования и в техническом обслуживании их в процессе обкатки;

- проводят периодические и сезонные обслуживания сельскохозяйственной техники;

- устраняют неисправности и проводят мелкий ремонт машин и оборудования в процессе их использования;

- участвуют в периодических технических осмотрах машин и оборудования;

- ремонтируют несложные сельскохозяйственные машины и орудия (во время отсутствия работ по техническому обслуживанию);

- проводят подготовку техники к хранению, постановку и снятие с хранения, а также техническое обслуживание ее при хранении;

- осуществляют технологическую подготовку машин — регулировку рабочих органов, оказание помощи трактористу при сцепке и навешивании машин и орудий на трактор.

В состав звена ПТО входят мастер-наладчик, слесари, слесарь-заправщик машин нефтепродуктами, механизатор или другой рабочий на период обслуживания закрепленных за ним машин или оборудования.

Мастеру-наладчику подчиняются слесари и слесарь-заправщик, а во время обслуживания машин и оборудования — механизаторы и другие рабочие, за которыми закреплены обслуживаемые объекты, а также рабочие центральной ремонтной мастерской хозяйства, направляемые на ПТО для участия в техническом обслуживании

и устранении неисправностей (ремонте) машин. Мастер-наладчик распределяет работы между исполнителями в соответствии с объемом работ, их сложностью и специализацией исполнителей.

Все вопросы, связанные с организацией и проведением технического обслуживания, своевременным и качественным выполнением работ мастер-наладчик согласовывает со старшим инженером-технологом участка райсельхозтехники.

В отношении сроков подготовки машин, механизмов и оборудования к работе, комплектования машинно-тракторных агрегатов и их состава и других вопросов организации использования машин мастер-наладчик выполняет указания руководителя производственного подразделения (бригадира тракторной, комплексной или полеводческой бригады, управляющего отделением).

При годовой наработке на один эталонный трактор 1500 у. э. га звено в составе одного мастера-наладчика, трех слесарей и одного слесаря-заправщика обслуживает 20...25 физических тракторов с соответствующим количеством сельскохозяйственных машин. При другой наработке на один эталонный трактор загрузка звена пересчитывается.

§ 4. Организация работы инженерных групп райсельхозтехники и звеньев ПТО хозяйств

Оперативное инженерное руководство работой специализированных звеньев ПТО осуществляет старший инженер-технолог производственного участка. Он принимает непосредственное участие в проведении сложных технических обслуживаний машин. Все вопросы, связанные с устранением неисправностей, техническим обслуживанием и технологической подготовкой машин, старший инженер-технолог участка решает, находясь непосредственно на ПТО, через диспетчерскую связь и работников группы оперативного выполнения заказов.

Мастера-диагносты в соответствии с утвержденным графиком по вызову выезжают на ПТО для диагностирования составных частей машин перед проведением сложных технических обслуживаний. Они также выполняют наиболее сложные регулировочные работы, прогнозируют остаточный ресурс машин и их основных составных частей, решают вопросы отправки машин в ремонт.

Диспетчеры, записав заказы в диспетчерский журнал, передают его дежурному или старшему инженеру-комплектовщику. Последний решает вопрос об очередности выполнения заказов с учетом их сложности, продолжительности выполнения и других факторов.

Инженеры-комплектовщики направляют поступившие из ПТО и требующие ремонта составные части машин в мастерскую и другие подразделения райсельхозтехники; следят за сроками их ремонта; по диспетчерскому журналу проверяют наличие требуемых для ПТО запасных частей и материалов на складах торговой базы и техническом обменном пункте; комплектуют их по заявкам каждого ПТО; оформляют совместно с кладовщиком, работниками ремонтной мастерской и других подразделений райсельхозтехники накладные на прием и выполнение (отправку) заказа; организуют упаковку, погрузку и отправку заказов на ПТО.

Шоферы-экспедиторы расписываются в получении заказов и доставляют их на ПТО, а взамен привозят в райсельхозтехнику изношенные составные части машин; участвуют в погрузочно-разгрузочных работах.

Выполненный заказ передается руководителю звена ПТО (мастеру-наладчику) по накладной, один экземпляр которой передается инженеру-комплектовщику. Последний делает отметку в журнале диспетчера о выполнении заказа, после чего сдает накладную в бухгалтерию.

Как показывает опыт, мастеров-наладчиков целесообразно назначать материально-ответственными лицами ПТО. В этом случае им доверяется получать все виды материально-технических ценностей для обеспечения работы звена. Мастер-наладчик составляет и передает заказ для выполнения очередного технического обслуживания за сутки до постановки машины на обслуживание. Заказ на устранение неисправностей подается по мере их выявления.

Заказы, переданные в райсельхозтехнику через диспетчерскую службу (посредством средств связи), мастер-наладчик записывает в книгу заказов, в которой обязательно отмечается, кто и когда доставил выполненный заказ на пункт технического обслуживания.

Контрольные вопросы

1. Перечислите обязанности инженерно-технической группы райсельхозтехники.
2. Какие задачи возлагаются на группу оперативного выполнения заказов?
3. Каковы основные задачи диспетчерской службы в области технического обслуживания машин?
4. Из каких элементов складывается деятельность диспетчерской службы райсельхозтехники?
5. Какой документацией снабжается диспетчерский пункт?
6. Укажите основные функции специализированных звеньев ПТО хозяйств.
7. Каков состав звена ПТО? Укажите обязанности его членов.
8. Как организована работа инженерных групп райсельхозтехники и звеньев ПТО хозяйств?
9. Охарактеризуйте порядок выполнения заказов пунктов технического обслуживания райсельхозтехникой.

Глава III

ПЛАНИРОВАНИЕ И УЧЕТ РАБОТ ПО ДИАГНОСТИРОВАНИЮ И ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ МАШИН

§ 1. Выбор типов средств диагностирования и технического обслуживания машин в хозяйствах

Средства диагностирования и обслуживания сельскохозяйственной техники выбирают с таким расчетом, чтобы наряду с высокопроизводительным и эффективным использованием этих средств обеспечить минимум денежных затрат на их содержание.

Передвижные и стационарные средства диагностирования и технического обслуживания машин оснащены в основном однотипным оборудованием, приборами, приспособлениями и инструментом. Поэтому при решении вопроса о целесообразности использования тех или иных типов технических средств достаточно сравнить удельные затраты на их содержание.

Ниже приведен сравнительный расчет затрат на содержание передвижных ремонтно-диагностических мастерских МПР-9924 ГОСНИТИ и стационарных постов диагностирования и технического обслуживания тракторов с диагностическим комплектом КИ-5308А ГОСНИТИ, а также количества этих средств, необходимого для ТО-3.

Общие годовые затраты C_{Π} на содержание передвижной ремонтно-диагностической мастерской определяются из выражения

$$C_{\Pi} = Z_{\Pi} + M_{\Pi} + O_{\Pi} + A_{\Pi} + P_{\Pi}, \quad (87)$$

где Z_{Π} — заработная плата обслуживающего персонала передвижной мастерской; M_{Π} — затраты на приобретение материалов и запасных частей для передвижной мастерской; O_{Π} — затраты на техническое обслуживание и ремонт мастерской; A_{Π} — амортизационные отчисления на реновацию и капитальный ремонт мастерской; P_{Π} — затраты на пробег мастерской.

Удельные эксплуатационные затраты B_{Π} на содержание передвижной ремонтно-диагностической мастерской

$$B_{\Pi} = \frac{C_{\Pi}}{T_{\Pi}}, \quad (88)$$

где T_{Π} — общее годовое время работы мастерской, ч.

Общие годовые затраты C_c на содержание стационарного поста диагностирования и технического обслуживания

$$C_c = Z_c + M_c + O_c + A_c + P_c, \quad (89)$$

где Z_c — заработная плата обслуживающего персонала стационарного поста; M_c — затраты на приобретение эксплуатационных материалов для оборудования и сооружений; O_c — затраты на техническое обслуживание и ремонт оборудования и сооружений поста; A_c — амортизационные отчисления на реновацию и капитальный ремонт поста; P_c — затраты на пробег тракторов от бригады колхоза или отделения совхоза до центральной ремонтной мастерской, где размещен стационарный пост, и обратно.

При расчете следует учитывать лишь затраты, связанные с выполнением диагностических и регулировочных работ, устранением неисправностей и заменой составных частей объекта диагностирования и технического обслуживания (аналогичные затратам при использовании передвижной ремонтно-диагностической мастерской).

Удельные эксплуатационные затраты B_c на содержание стационарного поста диагностирования и технического обслуживания

$$B_c = \frac{C_c}{T_c}, \quad (90)$$

где T_c — общее годовое время работы поста, ч.

Для получения необходимых исходных данных при расчете по формулам (87) и (89) используются следующие источники:

заработная плата обслуживающего персонала — на основе действующего порядка и нормативов;

затраты на приобретение материалов и запасных частей — по действующим нормам их расхода и стоимости;

затраты на техническое обслуживание и ремонт оборудования и сооружений стационарного поста и передвижной ремонтно-диагностической мастерской — на основе действующих нормативов;

амортизационные отчисления — в соответствии с действующими нормами амортизации для различных видов оборудования и сооружений;

затраты на пробег ремонтно-диагностической мастерской от места стоянки до пунктов технического обслуживания и обратно и на переезд тракторов от бригады (отделения) до центральной ремонтной мастерской и обратно — по нормативным данным или по фактическим средним затратам, устанавливаемым на основании бухгалтерского учета.

Как показывает опыт, передвижную ремонтно-диагностическую мастерскую целесообразно использовать при значительных радиусах обслуживания машин, превышающих 10...12 км от центральной усадьбы хозяйства, а также для заявочного технического обслуживания, связанного с выявлением и устранением неисправностей в условиях эксплуатации. При небольших радиусах обслуживания для проведения сложных видов технического обслуживания и устранения неисправностей предпочтительнее стационарный пост диагностирования и технического обслуживания машин.

Среднегодовое количество $P_{гп}$ тракторов, обслуживаемых ремонтно-диагностической мастерской, можно подсчитать по формуле:

$$P_{гп} = P_{см} Д К_{см} \eta_{р.в.} \quad (91)$$

где $P_{см}$ — количество тракторов, обслуживаемых одной мастерской за полную рабочую смену; $Д$ — количество рабочих дней в году; $К_{см}$ — коэффициент сменности (отношение количества смен к количеству рабочих дней за период); $\eta_{р.в.}$ — коэффициент использования рабочего времени.

Одна передвижная ремонтно-диагностическая мастерская МПР-9924 ГОСНИТИ или МПР-817Д ГОСНИТИ при плановом обслуживании тракторов позволяет выпол-

нять диагностические и регулировочные работы с одновременным устранением неисправностей в среднем для 1,2 трактора в смену при $\eta_{р.в}=1$.

Принимая количество рабочих дней в году, занятых на обслуживании тракторов ремонтно-диагностической мастерской, $D=170$ (при продолжительности рабочей смены 8 ч), $K_{см}=1$ (работа в одну смену) и $\eta_{р.в}=0,7$, получим:

$$P_{шт} = 1,2 \cdot 170 \cdot 1 \cdot 0,7 = 143 \text{ трактора.}$$

Если принять годовую наработку на один трактор равной в среднем 1050 ч. (по данным ЦСУ СССР), то при периодичности ТО-3 через каждые 960 ч количество физических тракторов, обслуживаемых одной ремонтно-диагностической мастерской, составит:

$$O_{г.п} = \frac{143 \cdot 960}{1050} = 131 \text{ трактор.}$$

При обслуживании тракторов на стационарном посту диагностирования и технического обслуживания коэффициент использования рабочего времени несколько выше, чем при обслуживании с помощью передвижной ремонтно-диагностической мастерской (за вычетом затрат времени на переезды и обслуживание автомашины).

Принимая $\eta_{р.в}=0,8$, при односменной работе поста получим:

$$P_{г.п} = 1,2 \cdot 170 \cdot 0,8 = 163 \text{ трактора.}$$

Количество физических тракторов, обслуживаемых одним стационарным постом, составляет:

$$O_{г.о} = \frac{163 \cdot 960}{1050} = 149 \text{ тракторов.}$$

Зная количество тракторов, находящихся в эксплуатации, подсчитывают необходимое райсельхозтехнике количество передвижных ремонтно-диагностических мастерских или диагностических установок и стационарных постов диагностирования и технического обслуживания.

Ввиду неравномерной загрузки тракторов в течение сезона в напряженные периоды полевых работ может ощущаться недостаток в средствах диагностирования и технического обслуживания и в обслуживающем персонале. Этот недостаток компенсируют путем организации

группового обслуживания двух или нескольких тракторов одним специализированным звеном одновременно. В этом случае производительность труда возрастает в 1,3...1,4 раза. Кроме того, в хозяйствах имеются тракторы, которые загружены не полностью, вследствие частых простоев по организационным, технологическим и другим причинам, что также создает дополнительные резервы.

Передвижные ремонтно-диагностические мастерские и посты диагностирования и технического обслуживания тракторов могут принадлежать как хозяйству, так и райсельхозтехнике. В целях наиболее рационального использования технических средств передвижную ремонтно-диагностическую мастерскую КИ-9924 ГОСНИТИ (КИ-817Д ГОСНИТИ), передвижную диагностическую установку КИ-4270А ГОСНИТИ (КИ-13905 ГОСНИТИ) или комплект стационарного поста КИ-5308А ГОСНИТИ целесообразно иметь в хозяйствах с парком не менее 100...120 тракторов. При меньшем парке тракторы должны обслуживаться средствами (главным образом передвижными), принадлежащими райсельхозтехнике.

§ 2. Определение объема работ по техническому обслуживанию тракторов в хозяйствах

Объем работ по техническому обслуживанию тракторов определяют в соответствии с количеством расходуемого топлива, структурой и количественным составом машинно-тракторного парка.

В большинстве зон страны полевые работы носят сезонный характер, что обуславливает значительную неравномерность расхода топлива на выполнение данных работ. По этой причине меняется и объем работ по техническому обслуживанию. Поэтому работы специализированных звеньев следует планировать отдельно для весенне-летнего и осенне-зимнего периодов.

Объем работ по техническому обслуживанию тракторов и количество рабочих специализированного звена рассчитывают в следующем порядке.

1. Определяют общий расход топлива на работу тракторов за период весенне-летних и осенне-зимних полевых работ.

2. Подсчитывают средневзвешенную периодичность $P_{\text{ср}}$ технического обслуживания тракторов, закреплен-

ных за пунктом технического обслуживания (ПТО), по формуле:

$$P_{\text{ср}} = \frac{P_1 K_1 + P_2 K_2 + \dots + P_n K_n}{K_1 + K_2 + \dots + K_n}, \quad (92)$$

где $P_1, P_2, \dots, P_n$ — периодичность технического обслуживания тракторов, закрепленных за ПТО, кг израсходованного топлива; $K_1, K_2, \dots, K_n$ — количество тракторов одноименной марки.

Для каждого вида технического обслуживания (ТО-1, ТО-2, ТО-3) подсчитывают свою средневзвешенную периодичность.

3. Подсчитывают количество планируемых технических обслуживаний, зная планируемый объем работ Q :

а) за весенне-летний период

$$Z_{\text{в-л}}_{\text{ТО-1}} = 0,75 \frac{Q_{\text{в-л}}}{P_{\text{ср}}_{\text{ТО-1}}}; \quad (93)$$

$$Z_{\text{в-л}}_{\text{ТО-2}} = 0,75 \frac{Q_{\text{в-л}}}{P_{\text{ср}}_{\text{ТО-2}}}; \quad (94)$$

$$Z_{\text{в-л}}_{\text{ТО-3}} = 0,5 \frac{Q_{\text{в-л}}}{P_{\text{ср}}_{\text{ТО-3}}}; \quad (95)$$

б) за осенне-зимний период

$$Z_{\text{о-з}}_{\text{ТО-1}} = 0,75 \frac{Q_{\text{о-з}}}{P_{\text{ср}}_{\text{ТО-1}}}; \quad (96)$$

$$Z_{\text{о-з}}_{\text{ТО-2}} = 0,75 \frac{Q_{\text{о-з}}}{P_{\text{ср}}_{\text{ТО-2}}}; \quad (97)$$

$$Z_{\text{о-з}}_{\text{ТО-3}} = 0,5 \frac{Q_{\text{о-з}}}{P_{\text{ср}}_{\text{ТО-3}}}. \quad (98)$$

4. Подсчитывают средневзвешенную трудоемкость $T_{\text{ср}}$ каждого вида технического обслуживания (ТО-1, ТО-2 и ТО-3) по формуле:

$$T_{\text{ср}} = \frac{T_1 k_1 + T_2 k_2 + \dots + T_n k_n}{k_1 + k_2 + \dots + k_n}, \quad (99)$$

где $T_1, T_2, \dots, T_n$ — трудоемкость технического обслуживания отдельного вида по маркам машин, ч; $k_1, k_2, \dots, k_n$ — количество определенного вида технических обслуживаний.

5. По данным средневзвешенных трудоемкостей каждого вида технического обслуживания определяют общую трудоемкость T технического обслуживания:

а) за весенне-летний период

$$T_{в-л_{ТО-1}} = T_{ср_{ТО-1}} Z_{в-л_{ТО-1}}; \quad (100)$$

$$T_{в-л_{ТО-2}} = T_{ср_{ТО-2}} Z_{в-л_{ТО-2}}; \quad (101)$$

$$T_{в-л_{ТО-3}} = T_{ср_{ТО-3}} Z_{в-л_{ТО-3}}; \quad (102)$$

б) за осенне-зимний период

$$T_{о-з_{ТО-1}} = T_{ср_{ТО-1}} Z_{о-з_{ТО-1}}; \quad (103)$$

$$T_{о-з_{ТО-2}} = T_{ср_{ТО-2}} Z_{о-з_{ТО-2}}; \quad (104)$$

$$T_{о-з_{ТО-3}} = T_{ср_{ТО-3}} Z_{о-з_{ТО-3}}. \quad (105)$$

6. Определяют суммарную трудоемкость технических обслуживаний по тракторам одноименных марок по каждому периоду отдельно и в целом за год.

7. Подсчитывают фонд Φ (ч) рабочего времени одного исполнителя по формуле:

$$\Phi = Dt_{см} K_{см} \eta_{вр}, \quad (106)$$

где D — количество рабочих дней за планируемый период; $t_{см}$ — продолжительность смены, ч; $K_{см}$ — коэффициент сменности (отношение количества смен к количеству рабочих дней за период); $\eta_{вр}$ — коэффициент использования рабочего времени смены ($\eta_{вр} = 0,85 \dots 0,90$).

8. На основе проведенных расчетов определяют количество P (чел) рабочих специализированного звена, необходимых для выполнения ТО-1 и ТО-2:

а) для весенне-летнего периода

$$P_{в-л} = \frac{T_{в-л_{ТО-1}} + T_{в-л_{ТО-2}}}{\Phi}; \quad (107)$$

б) для осенне-зимнего периода

$$P_{о-з} = \frac{T_{о-з_{ТО-1}} + T_{о-з_{ТО-2}}}{\Phi}. \quad (108)$$

На основании производственно-финансовых заданий бригадам колхозов и отделениям совхозов, а также плановой загрузки тракторов с указанием количества технических обслуживаний (по видам) в каждом месяце и

по каждому трактору составляют годовой план диагностирования и технического обслуживания тракторов. В соответствии с этим планом и производственными заданиями тракторно-полеводческим бригадам колхозов и отделениям совхозов, обусловленными календарными агротехническими сроками, составляют месячный план-график диагностирования и технического обслуживания, в котором нарастающим итогом проставляют расход топлива или наработку в часах и отмечают дату проведения соответствующего технического обслуживания. Виды и сроки проведения технических обслуживаний определяют с учетом наработки от последнего ремонта и в соответствии с периодичностью технического обслуживания тракторов.

Время простоя трактора на техническом обслуживании планируют, исходя из трудоемкости и продолжительности соответствующего вида технического обслуживания. Продолжительность технического обслуживания можно определить ориентировочно делением трудоемкости на количество рабочих специализированного звена.

Для контроля сроков технического обслуживания тракторов пользуются жетонами, талонами или заборными учетно-лимитными книжками, выдаваемыми трактористу на срок между техническими обслуживаниями. Наиболее совершенным является учет расхода топлива и дизельного масла и установление сроков проведения технического обслуживания по учетно-лимитной книжке, которая содержит 16 заправочных ведомостей и 16 нарядов на проведение технического обслуживания. Количество заправочных ведомостей и нарядов соответствует числу периодических технических обслуживаний от начала эксплуатации нового или отремонтированного трактора до ТО-3 или между ТО-3.

§ 3. Рабочая документация специализированного звена диагностирования и обслуживания машин

Основная рабочая документация звена технического обслуживания машин включает в себя технологию технического обслуживания, руководство по предремонтному диагностированию машин и диагностическую карту. Кроме того, в распоряжении мастера по диагностированию сельскохозяйственной техники и мастера-наладчи-

ка имеются технические описания средств измерений, правила их эксплуатации.

Технология технического обслуживания содержит технологические карты, в каждой из которых указаны исполнители работ, трудоемкость их выполнения и технические средства, изложена методика выполнения работ и технические требования к функциональным (восстанавливаемым при техническом обслуживании) параметрам состояния.

Руководство по предремонтному диагностированию машин также состоит из отдельных технологических карт. В отличие от технологических карт технического обслуживания в них приведена методика определения износного состояния составных частей машины главным образом по ресурсным параметрам и указаны технические требования на выбраковку составных частей, исчерпавших межремонтный ресурс.

В диагностическую карту (форма 1) записывают результаты диагностирования составных частей машины, указывают характер и объем работ по предупреждению и устранению отказов, а также отмечают остаточный ресурс составных частей, обеспечивающих их безотказную работу до очередного контроля или ремонта.

Заполняет ее мастер-диагност или мастер-наладчик в процессе проверки технического состояния составных частей машин. В карту записывают общие сведения о машине (раздел I), сведения тракториста или комбайнера об основных неполадках, возникающих в процессе работы (раздел II), которые могут быть приняты во внимание при окончательной оценке технического состояния машины.

Затем приступают к внешнему осмотру составных частей, прослушивают механизмы при работе вхолостую и под нагрузкой. Результаты осмотра и прослушивания записывают в раздел III карты. Основной раздел диагностической карты — раздел IV. В графе 2 этого раздела перечислены составные части, подлежащие обязательному контролю при ТО-3 тракторов или ТО-2 комбайнов. В графе 3 указаны единицы измерения параметров технического состояния машин. Результаты измерений до и после выполнения планово-предупредительных работ и устранения отказов (регулировок, очистки, промывки, замены, ремонта составных частей) записывают соответственно в графы 4 и 5.

Ф о р м а 1

Утверждаю:

должность, подпись

« » _____ 19__ г.

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ КАРТА ТРАКТОРА (КОМБАЙНА)

I. Общие сведения

Хозяйство _____ Дата _____

Марка _____ Гос. № _____

Дизель № _____ Шасси № _____

Год и дата поступления в хозяйство _____

Наработка от последнего ремонта _____
(капитального, текущего)

II. Сведения тракториста (комбайнера) о работе систем и механизмов

Фамилия, имя и отчество тракториста (комбайнера)

III. Результаты внешнего осмотра и прослушивания

IV. Результаты диагностирования

№ пп.	Составная часть	Единица измерения	Значение параметра		Вид работы, состояние составной части	Заключение мастера-диагнosta
			до ТО	после ТО		
1	2	3	4	5	6	7

V. Прочие неисправности

VI. Заключение о результатах диагностирования (перечень составных частей трактора или комбайна, подлежащих ремонту)

Мастер-диагност _____
(подпись)

Тракторист (комбайнер) _____
(подпись)

В диагностическую карту заносят лишь результаты измерений параметров состояния важнейших составных частей трактора или комбайна, по которым прогнозируют остаточный ресурс.

В карту включены также параметры, значения которых существенно влияют на технико-экономические характеристики машины.

В зависимости от состояния объекта диагностирования в графе 6 делают следующие пометки: И — исправно; РГ — требуется регулировка, О — требуется очистка, П — необходима промывка, З — необходима замена, РМ — требуется ремонт.

Если окажется, что объект диагностирования исправен и значение измеренного параметра находится в допускаемых пределах, то в графе 5 делают прочерк, а в графе 6 ставят букву И (исправно). В остальных случаях выполняют регулировочные или другие планово-предупредительные работы, устраняют неисправности. Результаты повторных измерений заносят в графу 5, а в графе 6 указывают вид работы.

Например, при первоначальном определении угол начала подачи топлива у дизеля ЯМЗ-240Б оказался равным 15° до в.м.т., т. е. слишком поздним.

Записав полученное показание в графу 4, мастер-диагност в графе 6 делает пометку РГ. После регулировки угол начала подачи получился равным номинальному значению — 19° до в.м.т. Это значение следует записать в графу 5.

В другом случае при определении состояния фильтра тонкой очистки топлива с помощью устройства КИ-4801 давление топлива перед фильтром оказалось нормальным, а давление после фильтра — ниже допускаемого значения. Результаты измерений записывают также в графу 4, но только через дробь: в числителе — давление до фильтра, а в знаменателе — после фильтра. В графе 6 мастер-диагност делает пометку З — замена фильтрующих элементов тонкой очистки топлива.

При измерении зазоров в нижних и верхних головках шатунов в диагностическую карту записывают наибольшее значение зазора, по которому затем определяют остаточный ресурс кривошипно-шатунного механизма. То же самое относится к неплотностям клапанов газораспределения и суммарному угловому зазору в механизмах силовой передачи.

В тех случаях, когда не требуется давать количественную оценку состояния объекта диагностирования, графы 4 и 5 не заполняют (в них делают прочерки).

Если условное обозначение, представленное в графе 6,

не дает полного ответа, какая составная часть подлежит техническому обслуживанию или какую неисправность следует устранить, то, кроме перечисленных обозначений, указывают наименование составной части, требующей вмешательства.

В графе 7 делают пометку о выполнении планово-предупредительных работ и устранении неисправностей, указанных в графе 6. Если работа выполнена, ставят букву В (выполнено). Если объект диагностирования исправен (не требуется никаких вмешательств), то в графе 7 делают прочерк.

В раздел V записывают неисправности составных частей машины, не вошедших в раздел IV. Там же указывают виды необходимых работ по устранению неисправностей и делают отметки об их выполнении.

В соответствии с результатами диагностирования мастер-диагност определяет остаточный ресурс основных составных частей, а также дает заключение о необходимости ремонта составных частей, ресурс которых исчерпан полностью или до допускаемого предела.

Остаточный ресурс составных частей трактора или комбайна в часах или килограммах расхода топлива, а также перечень составных частей, подлежащих ремонту, указывают в разделе VI диагностической карты.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о порядке расчета общих годовых затрат на содержание передвижной ремонтно-диагностической мастерской.

2. Как определить среднегодовое количество тракторов, обслуживаемых одной ремонтно-диагностической мастерской?

3. Каков порядок определения объема работ по техническому обслуживанию тракторов и количества рабочих специализированного звена?

4. Укажите порядок планирования работ по диагностированию и техническому обслуживанию тракторов.

5. Как контролируют сроки технического обслуживания тракторов?

6. Назовите основную рабочую документацию звена технического обслуживания машин и расскажите о содержании каждого из документов.

7. Каков порядок заполнения диагностической карты?

8. Расскажите о порядке заполнения диагностической карты (на конкретном примере).

РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН

§ 1. Общие положения

Эффективность от внедрения специализированного обслуживания сельскохозяйственной техники с использованием средств диагностирования получается главным образом за счет увеличения межремонтных сроков службы машин и уменьшения простоев благодаря своевременному предупреждению отказов. В результате этого снижаются удельные издержки на ремонт и техническое обслуживание машин.

Чтобы определить экономическую эффективность нового метода или средства, необходимо сравнить его с прототипом. Если такой прототип отсутствует, то экономическую эффективность новой разработки определяют по результатам удельных издержек на ремонт и техническое обслуживание однотипных машин. При этом сравнивают издержки, получающиеся до и после внедрения нового метода или средства в одинаковых условиях эксплуатации сельскохозяйственной техники.

Все средства диагностирования сельскохозяйственной техники поставляют, как правило, комплектно в виде передвижных диагностических и ремонтно-диагностических мастерских, а также стационарных постов диагностирования машин. При плановых обслуживаниях средства диагностирования используются совместно со средствами технического обслуживания.

Для расчета эффективности комплекта средств диагностирования и технического обслуживания машин необходимы следующие основные исходные данные:

количество машин, обслуживаемых одним комплектом, в том числе по маркам (группам) машин;

количество машин, эксплуатируемых в сельском хозяйстве страны, в том числе по маркам (группам);

плановые межремонтные сроки службы машин по маркам (группам);

стоимость одного ремонта по маркам (группам) машин;

среднегодовая наработка на одну машину (плановая или среднестатистическая);

амортизационный срок службы машин;
процентное увеличение сроков службы машин, получаемое в результате внедрения новых методов и средств диагностирования и технического обслуживания машин;
расходы на содержание комплекта средств диагностирования и технического обслуживания машин;
заработная плата обслуживающего персонала.

При оценке новых методов и средств диагностирования и технического обслуживания сельскохозяйственной техники по сравнению с прототипом в каждом конкретном случае следует учитывать все факторы, влияющие на экономическую эффективность сравниваемых методов и средств. Например, при замене старого метода диагностирования составной части новым, более точным и совершенным, сравнивают погрешности и трудоемкости этих методов. Важный показатель эффективности — снижение потерь от простоев машин. Ниже приведены примеры расчета эффективности способов диагностирования согласно авторским свидетельствам № 476476 и № 521480.

§ 2. Эффективность безразборного способа диагностирования муфт поворота гусеничных тракторов

Исходные данные*. До внедрения диагностирования муфт поворота без разборки заднего моста их техническое состояние не проверяли по причине отсутствия рационального способа диагностирования. Поэтому экономическую эффективность нового способа можно определить путем сравнения его трудоемкости с трудоемкостью непосредственного измерения толщины дисков. В последнем случае необходима разборка заднего моста и снятие с трактора вала с муфтами. Эту работу выполняют при определении потребности трактора в ремонте после плановой межремонтной наработки.

Исходные данные для подсчета экономической эффективности рассматриваемого способа приведены в таблице 10.

Подсчет экономии. 1. Согласно таблице 9, в 1975 г. 20% тракторов не подвергалось ремонту.

Гусеничные тракторы, не прошедшие ремонт, должны иметь гарантированный срок службы муфт поворота

* Настоящий расчет проведен по данным 1975 г. (пятого года внедрения изобретения).

$=105\,894$ руб., для тракторов ДТ-54А, ДТ-55А — $2304 \times 7,4 \cdot 0,86 \cdot 3 = 43\,987,9$ руб., для трактора Т-38М — $1242 \cdot 7,4 \cdot 0,60 \cdot 3 = 16\,543,4$ руб.

7. Потери от простоя тракторов Т-74 при диагностировании муфт поворота с помощью прибора ДПУ-0,02 составят $4770 \cdot 0,05 \cdot 1,00 \cdot 3 = 715,5$ руб., тракторов ДТ-54А, ДТ-55А — $2304 \cdot 0,05 \cdot 0,86 \cdot 3 = 297,2$ руб., тракторов Т-38М — $1242 \cdot 0,05 \cdot 0,60 \cdot 3 = 111,8$ руб.

8. Экономия от снижения потерь за счет простоя тракторов равна $(105\,894 + 43\,987,9 + 16\,543,4) - (715,5 + 297,2 + 111,8) = 165\,300,8$ руб.

9. Общая экономия составит $47\,397,9 + 165\,300,8 = 212\,698,7$ руб.

§ 3. Эффективность бестормозного метода испытания комбайновых дизелей*

Исходные данные. Из всех бестормозных методов определения мощности тракторных и комбайновых дизелей наибольшее распространение получил экспресс-метод СибИМЭ, реализуемый с помощью электронного прибора ИМД-2М или ИМД-Ц.

Как уже отмечалось, метод проф. Н. С. Ждановского имеет ограниченное применение, так как он пригоден для определения мощности только четырех- и восьмицилиндровых двигателей. Кроме того, он обладает сравнительно низкой точностью.

В отличие от этих методов метод ГОСНИТИ обладает двумя преимуществами: во-первых, позволяет с помощью одного прибора (расходомера) определять и мощность, и расход топлива, а значит, оценивать топливную экономичность дизеля, во-вторых, он точнее сравниваемых методов. Эти преимущества положены в основу приведенного ниже расчета экономической эффективности. За прототип принят метод СибИМЭ, как наиболее универсальный и более точный по сравнению с методом Н. С. Ждановского.

Расчет экономической эффективности метода ГОСНИТИ по сравнению с методом СибИМЭ проведен для комбайновых дизелей. Согласно правилам технического обслуживания комбайнов, мощностные и топлив-

* Расчет выполнен Г. М. Ахмедовым совместно с автором учебника.

ные показатели устанавливаемых на них дизелей определяют при ТО-2, т. е. один раз в год.

Чтобы оценить экономичность дизеля, в обоих случаях необходимо измерять массовый или объемный расход топлива. При этом используются приборы: расходомер топлива, например КИ-8955, и имитатор нагрузки КИ-5653.

При использовании метода ГОСНИТИ мощность дизеля не измеряют, а определяют по результатам измерения расхода топлива, т. е. находят из номограмм или таблиц или подсчитывают по формуле. Полученное значение мощности корректируют по давлению наддува, измеренному на холостом ходу с помощью пьезометра. Для определения мощности по методу СибИМЭ, кроме пьезометра, применяется электронный прибор ИМД-2М или ИМД-Ц, а для определения расхода топлива и оценки топливной экономичности требуются расходомер и имитатор нагрузки.

Прибор ИМД-2М (ИМД-Ц) для определения мощности методом СибИМЭ входит в комплект передвижных и стационарных средств диагностирования тракторов и зерноуборочных комбайнов (КИ-4270А ГОСНИТИ, КИ-13905 ГОСНИТИ, КИ-13919 ГОСНИТИ, КИ-5308А ГОСНИТИ). Каждый из этих комплектов обслуживает в среднем 130 тракторов и 40 комбайнов.

Данные, необходимые для сравнительной оценки экономической эффективности методов СибИМЭ и ГОСНИТИ, приведены в таблице 10.

Сравнительный расчет эффективности методов с учетом стоимости оборудования и трудоемкости определения мощности и расхода топлива. Себестоимость рассчитывают по элементам затрат, приведенным в таблице 11. Годовая экономическая эффективность от применения нового метода или средства по сравнению с прототипом определяется согласно «Методическим указаниям по определению экономической эффективности использования новой техники, изобретений и рационализаторских предложений на предприятиях и в организациях системы «Союзсельхозтехника», утвержденным 17.03.1978 г., по формуле:

$$\Delta_r = [(C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2)] \cdot A, \quad (109)$$

где C_1 , C_2 — соответственно себестоимость прототипа и нового метода (средства); K_1 и K_2 — удельные капитальные затраты при применении прототипа и нового метода (средства).

Таблица 10. Данные для расчета экономической эффективности

Показатель	Значение показателя		
	метод СибИМЭ		метод ГОСНИТИ
	с использованием прибора ИМД-2М	с использованием прибора ИМД-Ц	
План выпуска диагностических комплектов	3620	2800	—
в том числе:			
КИ-4270А	1800	—	—
КИ-13905	1220	2700	—
КИ-5308А	600	—	—
КИ-13919	—	100	—
Коэффициент b использования приборов	0,85	0,85	—
Количество n_d используемых диагностических установок	3077	2380	—
Количество А комбайнов, обслуживаемых одним диагностическим комплектом	40	40	40
Ориентировочная стоимость Ц (руб.) оборудования	857	475	126
в том числе:			
прибора ИМД-2М	732	—	—
прибора ИМД-Ц	—	350	—
расходомера КИ-8955	90	90	90
имитатора нагрузки КИ-5653	30	30	30
пьезометра	5	5	5
номограммы	—	—	1
Коэффициент, учитывающий затраты на транспортировку и реализацию оборудования	1,1	1,1	1,1
Балансовая стоимость Б (руб.) оборудования	942,7	522,5	138,6
Разряд работы мастера-диагноста	VI	VI	VI
Часовая тарифная ставка $C_{ч.с}$ (руб.)	0,742	0,742	0,742
Коэффициент K_d , учитывающий дополнительную зарплату, размер премий рабочих из фонда материального поощрения и начисления на соцстрах	1,24	1,24	1,24
Амортизационные отчисления a (%) по оборудованию	10,7	10,7	10,7
Количество рабочих n , обслуживающих приборы	1	1	1
Трудоемкость t (ч) определения мощности и расхода топлива	0,267	0,267	0,183

Показатель	Значение показателя		
	Метод СибИМЭ		метод ГОСНИТИ
	с использо- ванием прибора ИМД-2М	с использо- ванием прибора ИМД-Ц	
Нормативный коэффициент E_n эффективности капитальных вложений	0,15	0,15	0,15
Затраты P (%) на текущий ремонт и содержание оборудования	5,0	5,0	5,0
Средневзвешенная фактическая наработка $W_{\text{ч}}$ (га) за 1 ч сменного времени	1,23	1,23	1,23
Доля Ω энергоемких работ в общем объеме работ	0,6	0,6	0,6
Среднее значение потерь $P_{\text{ур}}$ (руб.) от недобора урожая за 1 ч простоя комбайна	7	7	7
Средняя арифметическая погрешность $\delta_{\text{ср}}$ (%) сравниваемых бестормозных методов	$\pm 2,36$	$\pm 1,7$	$\pm 0,059$
Уровень снижения мощности дизеля Y_{N_e}	0,976	0,983	0,999
Время T (ч) работы комбайна	160	160	160

Годовая экономическая эффективность от применения всех приборов

$$\mathcal{E}_{\text{ц.п}} = \mathcal{E}_r n_{\text{п.}} \quad (110)$$

А. Зарплата C_3 с начислениями

$$C_3 = C_{\text{ч.с}} \cdot K_{\text{д}} t. \quad (111)$$

При применении метода СибИМЭ:
с использованием прибора ИМД-2М

$$C_{3_1} = 0,742 \cdot 1,24 \cdot 0,267 = 0,246 \text{ руб.},$$

с использованием прибора ИМД-Ц

$$C'_{3_1} = 0,742 \cdot 1,24 \cdot 0,267 = 0,246 \text{ руб.}$$

При использовании метода ГОСНИТИ

$$C_{3_2} = 0,742 \cdot 1,24 \cdot 0,183 = 0,168 \text{ руб.}$$

Б. Отчисление C_a на амортизацию оборудования

$$C_a = \frac{Ba}{100A}. \quad (112)$$

При применении метода СиБИМЭ:
с использованием прибора ИМД-2М

$$C_{a_1} = \frac{942,7 \cdot 10,7}{100 \cdot 40} = 2,522 \text{ руб.},$$

с использованием прибора ИМД-Ц

$$C'_{a_1} = \frac{522,5 \cdot 10,7}{100 \cdot 40} = 1,398 \text{ руб.}$$

При использовании метода ГОСНИТИ

$$C_{a_2} = \frac{138,6 \cdot 10,7}{100 \cdot 40} = 0,371 \text{ руб.}$$

В. Затраты $C_{\text{ТР}}$ (руб.) на текущий ремонт и содержание оборудования:

$$C_{\text{ТР}} = \frac{БР}{100А}. \quad (113)$$

При применении метода СиБИМЭ:
с использованием прибора ИМД-2М

$$C'_{\text{ТР}_1} = \frac{942,7 \cdot 5}{100 \cdot 40} = 1,178 \text{ руб.},$$

с использованием прибора ИМД-Ц

$$C'_{\text{ТР}_1} = \frac{522,5 \cdot 5}{100 \cdot 40} = 0,653 \text{ руб.}$$

При использовании метода ГОСНИТИ

$$C'_{\text{ТР}_2} = \frac{138,6 \cdot 5}{100 \cdot 40} = 0,173 \text{ руб.}$$

Суммарные величины изменяющихся элементов себестоимости определения мощности и расхода топлива приведены в таблице 11.

Удельные капитальные затраты определяют по формуле:

$$K = Б/А. \quad (114)$$

При применении метода СиБИМЭ:
с использованием прибора ИМД-2М

$$K_1 = 942,7/40 = 23,568 \text{ руб.},$$

с использованием прибора ИМД-Ц

$$K'_1 = 522,5/40 = 13,06 \text{ руб.}$$

Таблица 11. Себестоимость определения мощности дизеля и расхода топлива

Элементы затрат	Затраты, руб.		
	метод СибИМЭ с использованием прибора ИМД-2М	метод СибИМЭ с использованием прибора ИМД-Ц	метод ГОСНИТИ
Зарплата с начислениями	0,246	0,246	0,168
Амортизационные отчисления по оборудованию	2,522	1,398	0,371
Затраты на текущий ремонт оборудования	1,178	0,653	0,173
Итого	3,946	2,297	0,712

При использовании метода ГОСНИТИ

$$K_2 = 138,6/40 = 3,465 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект метода ГОСНИТИ за счет снижения себестоимости и удельных капитальных затрат получаем на основе следующих данных.

По сравнению с методом СибИМЭ при использовании прибора ИМД-2М [см. формулу (109)] имеем: от применения одного прибора

$$\begin{aligned} \mathcal{E}'_r &= [(3,946 + 0,15 \cdot 23,568) - (0,712 + 0,15 \cdot 3,465)] \cdot 40 = \\ &= 249,98 \text{ руб.}; \end{aligned}$$

от применения всех приборов, предусмотренных планом 1975...1980 гг. [см. формулу (110)];

$$\mathcal{E}'_{п.п} = 249,98 \cdot 3077 = 769\,182,3 \text{ руб.}$$

По сравнению с методом СибИМЭ с использованием прибора ИМД-Ц имеем:

от применения одного прибора

$$\begin{aligned} \mathcal{E}''_r &= [(2,297 + 0,15 \cdot 13,06) - (0,17 + 0,15 \cdot 3,465)] \cdot 40 = \\ &= 120,97 \text{ руб.}; \end{aligned}$$

от применения всех приборов, предусмотренных планом 1975...1980 гг.,

$$\mathcal{E}''_{п.п} = 120,97 \cdot 2380 = 287\,908,6 \text{ руб.}$$

Сравнительная эффективность методов с учетом погрешности определения мощности. Если погрешность оп-

ределения мощности дизеля получается с положительным знаком, то это указывает на недоиспользование мощности на величину, равную разности между действительным ее значением и измеренным. При большом количестве объектов диагностирования, в частности комбайнов, погрешности с положительным и отрицательным знаками равновероятны; поэтому в расчет следует принять 50% общего числа наблюдений, обуславливающих снижение сменной производительности комбайнов, влекущее за собой потери урожайности $\Pi_{ур}$.

Потери $\Pi_э$ (руб/ч) от снижения часовой производительности комбайна вследствие недоиспользования мощности дизеля определяют по формуле:

$$\Pi_э = \frac{W_ч}{Y_{N_e} W_э} (1 - Y_{N_e}) \Omega \Pi_{ур}, \quad (115)$$

где $W_ч$ — средневзвешенная фактическая наработка за 1 ч сменного времени, ед. наработки; $W_э$ — эталонная наработка за 1 ч сменного времени, ед. наработки; Y_{N_e} — уровень снижения мощности дизеля, обусловленный погрешностью ее измерения, т.е. отношение измеренной мощности к действительной (берется с положительным знаком); Ω — доля энергоемких работ в общем объеме работ комбайна; $\Pi_{ур}$ — средние значения потерь от недобора урожая за 1 ч простоя комбайна, руб.

Значение $W_ч$ определяется по данным хронометражных наблюдений на энергоемких видах работ. Для комбайнов принимается $W_ч = W_э$.

Согласно опубликованным данным, принимается:

$$W_ч = 1,23 \text{ г/ч}; \quad \Pi_{ур} = 7 \text{ руб/ч}.$$

Долю энергоемких работ Ω устанавливают на основании структуры работ для определенной зоны. Работа относится к энергоемкой, если загрузка двигателя составляет не менее 90% номинальной мощности. Все остальные работы считаются неэнергоемкими. По данным ВИМ, в зависимости от урожайности, зональности и других факторов доля энергоемких работ в общем объеме работ изменяется в пределах 0,4...0,8. Принимаем $\Omega = 0,6$.

Подсчитаем потери от снижения часовой производительности комбайна вследствие снижения мощности дизеля, обусловленного погрешностью измерений.

При применении метода СиБИМЭ:
с использованием прибора ИМД-2М

$$P'_9 = \frac{1,23}{0,976 \cdot 1,23} (1 - 0,976) \cdot 0,6 \cdot 7 = 0,1033 \text{ руб/ч};$$

с использованием прибора ИМД-Ц

$$P''_9 = \frac{1,23}{0,983 \cdot 1,23} (1 - 0,983) \cdot 0,6 \cdot 7 = 0,0726 \text{ руб/ч.}$$

При использовании метода ГОСНИТИ

$$P_9 = \frac{1,23}{0,999 \cdot 1,23} (1 - 0,999) \cdot 0,6 \cdot 7 = 0,0042 \text{ руб/ч.}$$

Определяем потери P_{Π} вследствие снижения мощности при использовании одного диагностического комплекта

$$P_{\Pi} = P_9 \cdot 0,5A. \quad (116)$$

При применении метода СиБИМЭ:
с использованием прибора ИМД-2М

$$P'_{\Pi} = 0,1033 \cdot 0,5 \cdot 40 = 2,066 \text{ руб/ч};$$

с использованием прибора ИМД-Ц

$$P''_{\Pi} = 0,0726 \cdot 0,5 \cdot 40 = 1,452 \text{ руб/ч.}$$

При использовании метода ГОСНИТИ

$$P_{\Pi} = 0,0042 \cdot 0,5 \cdot 40 = 0,084 \text{ руб/ч.}$$

Годовой экономический эффект $\mathcal{E}_{\Pi}$ метода ГОСНИТИ за счет снижения погрешности определения мощности по сравнению с методом СиБИМЭ составит

$$\mathcal{E}'_{\Pi} = (P'_{\Pi} - P_{\Pi}) \cdot 0,5n_{\Pi}T; \quad \mathcal{E}''_{\Pi} = (P''_{\Pi} - P_{\Pi}) \cdot 0,5n_{\Pi}T; \quad (117)$$

при использовании прибора ИМД-2М

$$\mathcal{E}'_{\Pi} = (2,066 - 0,084) \cdot \frac{3077}{2} \cdot 160 = 488\,048 \text{ руб.};$$

при использовании прибора ИМД-Ц

$$\mathcal{E}''_{\Pi} = (1,452 - 0,084) \cdot \frac{2380}{2} \cdot 160 = 260\,464 \text{ руб.}$$

Общая оценка экономической эффективности сравниваемых методов определения мощности и расхода топлива. Согласно приведенным данным, общая годовая

экономическая эффективность от применения метода ГОСНИТИ по сравнению с методом СибИМЭ составит:

$$\mathcal{E}_{\text{об}} = \mathcal{E}_{\text{п.п}} + \mathcal{E}_{\text{гп}}; \quad (118)$$

при использовании прибора ИМД-2М

$$\mathcal{E}'_{\text{об}} = 769\,182,3 + 488\,048 = 1\,257\,230,3 \text{ руб.};$$

при использовании прибора ИМД-Ц.

$$\mathcal{E}''_{\text{об}} = 287\,908,6 + 260\,464 = 548\,372,6 \text{ руб.}$$

Контрольные вопросы

1. Каков общий порядок определения экономической эффективности методов и средств диагностирования и технического обслуживания машин?

2. Как подсчитать экономическую эффективность нового способа или средства измерений, если имеется база сравнения (на примере муфт поворота гусеничных тракторов)?

Глава V

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

§ 1. Основы безопасности труда и производственной санитарии

Чтобы обеспечить безопасные условия труда специализированного звена при диагностировании и обслуживании сельскохозяйственной техники, необходимо руководствоваться действующими «Правилами техники безопасности и производственной санитарии для ремонтных предприятий системы «Сельхозтехника», а также «Правилами техники безопасности при работе на тракторах, сельскохозяйственных и специализированных машинах».

Согласно «Положению о проведении инструктажа по безопасным методам труда работающих на предприятиях и в организациях системы Всесоюзного объединения «Союзсельхозтехника», работники звена при зачислении на работу проходят вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте, а в процессе работы — повседневный и периодические инструктажи.

Вводный инструктаж проводит инженер по технике безопасности колхоза, райсельхозтехники, а в случае

отсутствия такой должности — лицо, назначенное администрацией хозяйства или райсельхозтехники. О проведенном инструктаже делают запись в контрольный листок, который хранится в личном деле работника.

Инструктаж на рабочем месте, а также периодический инструктаж проводит руководитель специализированного звена (мастер-наладчик или мастер-диагност), инженер по технике безопасности или другое ответственное лицо. Периодические инструктажи проводятся по указанию администрации хозяйства или райсельхозтехники, но не реже одного раза в течение 6 месяцев. О проведенном инструктаже делают запись в журнале учета инструктажа по технике безопасности.

Повседневный инструктаж выполняют инженерно-технические работники в процессе работы.

За несвоевременное и некачественное проведение инструктажа по технике безопасности руководители работ несут ответственность согласно действующему законодательству.

Кроме инструктажей, работники специализированных звеньев обязаны ежегодно проходить курсовое обучение по технике безопасности (в соответствии с утвержденной программой) с последующей проверкой знаний специальной комиссией, создаваемой в хозяйствах. О прохождении курсового обучения делают запись в специальном журнале.

При инструктаже и прохождении курсового обучения по технике безопасности используют инструкции, плакаты и другие наглядные пособия, а также показывают правильные и безопасные приемы выполнения отдельных работ по диагностированию и техническому обслуживанию машин.

В вопросах улучшения условий труда и техники безопасности большую роль играет качество инструктажа, а также методы обучения и пропаганды. Для этого организуют кабинеты по технике безопасности, где проводят обучение безопасным методом труда по определенным программам, а также все виды инструктажа. Тематическая структура кабинета создается с учетом особенностей данного предприятия и состоит из разделов, охватывающих комплекс мероприятий по охране труда. Учебные пособия, плакаты, диафильмы, макеты, модели приборов помогают лучше усвоить требования техники безопасности, а также пропаган-

дировать новые методы труда и культуру производства.

Согласно действующим правилам, общая ответственность за технику безопасности при диагностировании и техническом обслуживании машин в колхозах и совхозах возложена соответственно на председателя колхоза и директора совхоза, а в райсельхозтехнике — на управляющего. В специализированных звеньях по диагностированию и техническому обслуживанию машин ответственность за технику безопасности несут работники, возглавляющие эти звенья.

Контроль за соблюдением требований техники безопасности при выполнении работ специализированным звеном осуществляет инженер по технике безопасности хозяйства или райсельхозтехники.

Лица, ответственные за технику безопасности, обязаны следить за соблюдением правил выполнения работ, техническим состоянием средств диагностирования и технического обслуживания машин, санитарным состоянием производственных помещений, выяснять причины и обстоятельства несчастных случаев и принимать меры по их предупреждению.

Все несчастные случаи при диагностировании и техническом обслуживании расследуются в соответствии с «Положением о расследовании несчастных случаев на производстве». Результаты расследования несчастного случая, вызвавшего потерю работоспособности на срок не менее одного рабочего дня, оформляют актом по форме Н-1.

§ 2. Меры безопасности при пользовании средствами технического обслуживания и диагностирования машин

К использованию передвижных и стационарных средств технического обслуживания и диагностирования сельскохозяйственной техники допускаются лица, прошедшие специальную подготовку по устройству и правилам эксплуатации этих средств, а также по технике безопасности и противопожарным мероприятиям.

При использовании средств технического обслуживания и диагностирования тракторов и самоходных шасси нужно строго выполнять следующие правила безопасной работы.

Нельзя пользоваться компрессором и компрессорно-вакуумной установкой без специального инструктажа по технике безопасности при эксплуатации компрессоров гаражного типа.

Запрещается работать на агрегатах технического обслуживания тракторов с неисправными предохранительными клапанами и воздушными запорными устройствами, а также при наличии течи жидкостей из емкостей и соединений трубопроводов и раздаточной арматуры. При работе запрещается подавать в емкости центральной цистерны агрегатов АТО-АМ и АТО-4822 давление свыше 0,15 МПа, в емкости «Автол», «Нигрол» — более 0,3, в емкости агрегатов АТО-4822, АТО-9966, АТО-1500Г — более 0,2, в емкости агрегата АТО-1768 — свыше 0,25 и в ресивер — более 1 МПа. Не следует снимать крышки наливных горловин емкостей и крышку бункера солидола, если в них имеется избыточное давление. Нагревать воду разрешается до температуры не более 85°С. Перед пуском подогревателя необходимо продуть камеру горения сжатым воздухом и убедиться в отсутствии течи топлива. Во время работы подогревателя запрещается выполнять какие-либо работы технического обслуживания с использованием механизмов агрегата.

При использовании передвижных средств диагностики и технического обслуживания машин запрещается:

- оставлять машину на стоянках незаторможенной;
- находиться в машине, стоящей на домкрате;
- выполнять работы, связанные с пребыванием в кабине трактора или комбайна при работающем дизеле;
- применять неисправный инструмент;
- перевозить посторонних лиц.

Перед выездом на работу необходимо проверить исправность огнетушителя. Объект диагностирования и технического обслуживания следует размещать в наиболее безопасном в противопожарном отношении и удобном для работы месте.

Нужно постоянно следить за исправностью электропроводки, не допускать замыкания проводов на «массу». Во время длительной стоянки заземляющий штырь необходимо забивать в землю, а при каждом подключении электрооборудования к сети следить за тем, чтобы корпуса всех электропотребителей имели надежную

электрическую связь с заземляющим устройством источника питания.

При использовании электрических и электронных приборов и инструментов, питающихся от сети, необходимо строго выполнять предусмотренные специальными инструкциями требования электробезопасности по предупреждению поражения током высокого напряжения.

Недопустима работа на установке КИ-4935 при снятом кожухе реостата или карданного привода. Запрещается сообщать ротору электромашины частоту вращения, превышающую 50 с^{-1} , так как это может привести к аварии. Не рекомендуется останавливать электромашину путем непосредственного выключения ее из сети под нагрузкой. Сначала следует вывести электроды реостата из раствора (снять нагрузку с испытуемого трактора), а затем отключить электромашину.

Запрещается прокручивать электромашину установки вхолостую при присоединенном к валу редуктора карданном вале, так как это может вызвать поломку редуктора и привести к несчастному случаю. По окончании каждой смены нужно обесточивать установку с помощью рукоятки блока предохранитель — рубильник.

Необходимо также соблюдать требования безопасности при диагностировании тракторов с помощью стенда КИ-8927 (КИ-8948), перечисленные в техническом описании стенда.

§ 3. Требования безопасности при диагностировании и обслуживании сельскохозяйственной техники

При диагностировании и обслуживании сельскохозяйственной техники необходимо соблюдать следующие основные требования техники безопасности.

Работники специализированного звена по диагностированию и техническому обслуживанию машин должны обеспечиваться соответствующей спецодеждой, спецобувью и необходимыми защитными приспособлениями согласно действующим нормам.

Пункт технического обслуживания, станция технического обслуживания тракторов и стационарный пост (в центральной мастерской) должны обеспечиваться

питьевой водой, а также иметь умывальник, душ, полотенце, мыло и аптечку первой помощи. Все производственные участки ПТО, СТОТ и стационарного поста должны оборудоваться наглядными пособиями по технике безопасности: плакатами, предупредительными надписями, выдержками из соответствующих инструкций и правил. В мастерской ПТО, на СТОТ и в мастерских хозяйства и райсельхозтехники должен быть предусмотрен кабинет или уголок по технике безопасности.

К диагностированию и обслуживанию сельскохозяйственных машин допускаются лица, прошедшие специальную подготовку и имеющие соответствующее удостоверение. Работы по диагностированию и обслуживанию разрешается выполнять в спецодежде.

При работающем дизеле диагностирование и обслуживание составных частей трактора проводят только в том случае, если рычаг переключения передач находится в нейтральном положении и в кабине нет посторонних лиц.

Запрещается находиться под трактором или комбайном при работающем дизеле. Перед тем как пустить дизель, необходимо убедиться в том, что рычаг коробки передач и рукоятки распределителя гидросистемы находятся в нейтральной позиции. При запуске пускового двигателя вручную запрещается наматывать пусковой шнур на руку. На конце шнура должна быть деревянная рукоятка, при охвате которой шнур следует пропускать между пальцами.

Во время диагностирования и технического обслуживания возле машины не должны находиться посторонние лица.

Средства диагностирования и слесарный инструмент, применяемый для различных работ по выявлению и устранению отказов, должны быть исправными, соответствовать своему назначению и обеспечивать безопасность работ. На инструменте не должно быть трещин, отслоений, заусениц и забоин. Ключи должны иметь зев заданного размера, без забоин или других дефектов. При подтяжке креплений следует оберегать руки от рядом расположенных деталей с острыми кромками. Движение руки с ключом должно быть направлено на себя (а не от себя). При работе раздвижным ключом нужно прижимать губки ключа вплотную к гра-

ням гайки и поворачивать его в сторону подвижной части.

При регулировке составных частей, связанной с частичной или полной разборкой их, нужно соблюдать меры безопасности, рекомендуемые при разборочно-сборочных работах: применять исправное оборудование и инструмент, а также специальные механизмы при подъеме тяжелых составных частей, использовать съемники и приспособления при выпрессовке и снятии деталей, предупреждать самопроизвольное перемещение как самой машины, так и ее составных частей.

Объекты диагностирования и технического обслуживания осматривают, пользуясь переносной лампой напряжением не более 36 В. Лампа должна быть защищена проволочной сеткой. Применять для этих целей различные горелки, спички и факелы запрещается.

При промывке составных частей керосином или бензином необходимо принимать меры, предупреждающие воспламенение паров промывочной жидкости, обеспечивать надежность изоляции электропроводки от замыкания на корпус и появления искры; нельзя курить.

Очищать и промывать диагностируемые составные части, например масляные фильтры, воздухоочиститель и форсунки, следует щетинной щеткой, скребками или специальными приспособлениями, предупреждающими повреждение кожи рук абразивами и заусенцами, а также загрязнение ее смолистыми веществами, вызывающими тяжелые последствия. Для защиты кожи рук от воздействия нефтепродуктов и смолистых веществ применяют такие защитные средства, как паста «Ялот», мазь «Миколан», паста «Биологические перчатки», приготовляемая на основе метилцеллюлозы, и др. Небольшое количество защитного средства (пасты или мази) наносят на кожу, равномерно растирают и дают подсохнуть. По окончании работы эти средства легко смываются водой.

При поднятии составных частей машин (рамы, а также передней или задней оси трактора при проверке и регулировке подшипников ходовой системы и др.) необходимо применять только исправный домкрат или подъемный механизм, а под домкрат подкладывать надежные подставки из нехрупкого материала. Выполняя работу при поднятой раме (оси), нельзя оставлять ра-

му (ось) на домкрате, следует подставлять под нее надежные подставки и затормаживать машину.

При установке на выпускную трубу эжектора прибора КИ-4887-II нужно остерегаться возможных ожогов рук о выхлопную трубу.

Чтобы не допустить ожога рук, горячее масло из картера при его замене сливают в защитных рукавицах.

Заправлять трактор или комбайн топливом разрешается только закрытым способом при соблюдении требований пожарной безопасности.

Перед измерением зазоров в сопряжениях кривошипно-шатунного механизма с применением компрессорно-вакуумной установки убеждаются в надежности фиксации коленчатого вала от прокручивания под действием сжатого воздуха.

Гайки шпилек крепления головки цилиндров подтягивают динамометрическим ключом, а в случае его отсутствия — торцовым ключом без применения удлинителя, так как в этом случае по причине чрезмерно большого крутящего момента возможны срыв резьбы в гайке или поломка ключа и, следовательно, неизбежно травмирование руки.

При очистке термостата от накипи кипячением в содовом растворе и проверке его работы пользуются рукавицами, предохраняющими руки от ожогов.

Устройство для проверки загрязненности воздухоочистителя следует присоединять к впускному трубопроводу при неработающем дизеле.

Во время проверки давления впрыска и качества распыливания топлива форсунками нельзя допускать попадания струи топлива на руки, так как распыленные частицы топлива, ударяясь с большой силой, пробивают кожный покров и проникают в организм, оказывая на него вредное воздействие. Недопустимо также попадание паров топлива в зону дыхания, поэтому испытывать форсунки без применения специального глушителя запрещается.

Чтобы избежать разбрызгивания топлива, выбираемого секциями насоса при проверке состояния плунжерных пар устройством КИ-4802, на штуцера непроверяемых секций навинчивают защитные колпачки.

При измерении частоты вращения вала приставным тахометром следует остерегаться соприкосновения с незащищенными вращающимися деталями.

Открывать регулятор для регулировки величины подачи топлива у насосов тракторов К-700, К-701, а также у насоса типа ТН-9×10, ТН-8,5×10 разрешается только при неработающем двигателе.

При ввинчивании измерительного преобразователя прибора ИМД-2М или ИМД-Ц в отверстие кожуха маховика следует соблюдать осторожность и не допускать задевания его зубьями венца маховика.

Чтобы предотвратить пуск пускового двигателя при выполнении диагностических и регулировочных работ, его коленчатый вал прокручивают при снятом проводе высокого напряжения с электрода свечи (у двигателей П-23 и П-23М снимают оба провода).

Открывать люк кожуха муфты сцепления пускового двигателя и регулировать муфту можно при неработающем пусковом двигателе. Необходимо следить, чтобы в картер муфты сцепления не попадали посторонние предметы (болты, гайки, инструменты и др.).

Во избежание разноса пускового двигателя механизм включения должен быть отрегулирован так, чтобы шестерня привода венца маховика дизеля выключалась автоматически в момент, когда дизель начинает работать устойчиво.

При прокручивании коленчатого вала дизеля во время регулировки муфты сцепления трактора или комбайна необходимо проявлять осторожность, чтобы не повредить пальцев рук.

Своевременная проверка и регулировка механизмов управления поворотом (особенно у колесных тракторов) — одно из основных условий безопасности движения. С этой целью следует своевременно устранять неисправности и чрезмерно большой свободный ход рулевого колеса, смазывать трущиеся сочленения, не допускать нарушений в работе гидроусилителя рулевого управления, своевременно и тщательно регулировать следящее устройство (К-700 и К-701) и обратную связь (Т-150К) механизмов управления поворотом.

Запрещается езда на тракторе или комбайне, а также стоянка на наклонной и неровной площадке

с неисправными тормозами, что является одной из наиболее частых причин наезда и других несчастных случаев (особенно при использовании тракторов на транспортных работах). Состояние тормозной системы нужно проверять ежедневно перед началом работы. Педали должны свободно поворачиваться на своих осях, соединения тяг с рычагами должны быть надежными, ход левой и правой педалей одинаковым.

Безопасность движения трактора или комбайна во многом также зависит от состояния ходовой системы. Для предупреждения несчастных случаев следует соблюдать правила выполнения работ при техническом обслуживании ходовой системы.

Проводя диагностические и регулировочные работы, требующие поднятия рамы машины, приподнимают каждую сторону поочередно и предотвращают возможность перемещения машины. При разъединении и соединении гусеничных цепей, а также при перестановке или замене ведущих колес и спрессовке опорных катков гусеничного трактора пользуются специальными съемниками. Выбивать пальцы гусениц разрешается выколоткой из мягкой стали. Следует остерегаться сбегавшей ветви гусеницы при ее разъединении. Зашлифовывать пальцы гусениц необходимо стандартными или изготовленными по форме стандартных шплинтами. Для облегчения регулировки натяжения гусениц и предотвращения срыва ключа после каждой регулировки резьбу натяжного винта смазывают солидолом и обматывают тканью.

В ходовой системе колесных машин с пневматическими шинами необходимо своевременно контролировать давление воздуха в шинах и проверять их состояние путем внешнего осмотра. Шины не должны иметь трещин, пузырей и других дефектов, ведущих к их разрыву. Давление в шинах следует поддерживать в соответствии с видом выполняемой работы. При накачивании воздуха в шины нельзя допускать повышения давления сверх нормального, так как это может вызвать их разрыв, выскальзывание замочного кольца и как следствие этого — травмирование обслуживающего персонала. При перестановке или замене колес и регулировке подшипников в их ступицах раму или оси машины устанавливают на надежные подставки. Оставлять раму или ось на домкрате запрещается.

Во время проверки работы гидравлической системы посторонним лицам нельзя находиться возле трактора или комбайна.

При проверке подачи насоса и состояния распределителя нужно обеспечивать надежное подсоединение к гидросистеме прибора КИ-5473 и соблюдать осторожность при диагностировании составных частей.

Особую осторожность следует проявлять при диагностировании аккумуляторных батарей. Во избежание ожогов кожи нельзя допускать попадания электролита на руки. Батареи разрешается очищать (в рукавицах) обтирочным материалом, смоченным в водном растворе аммиака (нашатырном спирте). При проверке уровня электролита пользоваться открытым огнем не разрешается, так как смесь водорода, выделяющегося из электролита, с кислородом воздуха (гремучий газ) взрывоопасна.

При проверке разряженности аккумуляторной батареи нагрузочной вилкой необходимо остерегаться случайного прикосновения к нагретшемуся сопротивлению, так как это может вызвать ожог. По этой же причине недопустима проверка разряженности батареи путем короткого замыкания клеммы. При недостатке в аккумуляторах электролита следует доливать в них только дистиллированную воду.

Контрольные вопросы

1. Перечислите права и обязанности лиц, ответственных за безопасность труда и производственную санитарию при диагностировании и обслуживании техники.

2. Назовите основные меры безопасности, которые следует соблюдать при использовании средств диагностирования и обслуживания машин.

3. Какие правила безопасности необходимо соблюдать при диагностировании и обслуживании дизеля и пускового двигателя?

4. Укажите требования безопасности, предъявляемые к персоналу при диагностировании и обслуживании ходовой системы тракторов.

5. Каковы правила безопасности при диагностировании и обслуживании гидравлических систем?

6. Какие требования безопасности следует соблюдать при диагностировании и обслуживании электрооборудования?

1. Азовцев Н. Г. и др. Практикум по зерноуборочным машинам /Н. Г. Азовцев, В. Е. Бакшеев, И. М. Литовчик. — М.: Высшая школа, 1978.
2. Ардашев Г. Р. и др. Техническое обслуживание машинно-тракторного парка/Г. Р. Ардашев, И. Н. Михайлов, А. В. Моршин. — М.: Колос, 1970.
3. Артемьев Ю. Н. Основы надежности сельскохозяйственной техники. — М.: МИИСП, 1973.
4. Ачкасов К. А., Вегера В. П. Справочник молодого слесаря по ремонту и регулировке приборов системы питания и гидросистемы тракторов, автомобилей и комбайнов. — М.: Высшая школа, 1978.
5. Бельских В. И. Справочник по техническому обслуживанию и диагностированию тракторов. — М.: Россельхозиздат, 1979.
6. Бельских В. И. Диагностика технического состояния и регулировка тракторов. — М.: Колос, 1973.
7. Болтинский В. Н. Тракторные и автомобильные двигатели. — М.: Сельхозиздат, 1955.
8. Гальперин А. С., Сушкевич М. И. Определение оптимальной долговечности машин. — М.: Колос, 1970.
9. Герасимов Г. Г. и др. Ремонт зерноуборочных комбайнов в хозяйстве/Г. Г. Герасимов, И. Т. Скиба, В. В. Гушин. — М.: Колос, 1975.
10. Говорущенко Н. Я. Диагностика технического состояния автомобилей. — М.: Транспорт, 1970.
11. Диагностика автотракторных двигателей/Н. С. Ждановский, В. А. Аллилуев, А. В. Николаенко, Б. А. Улитовский. Под ред. Н. С. Ждановского. — Л.: Колос, 1977.
12. Долинский Е. Ф. Обработка результатов измерений. — М.: Издательство стандартов, 1973.
13. Дьячков А. К. Трение, износ и смазка в машинах. — М.: Издательство Академии наук СССР, 1958.
14. Ждановский Н. С. Бестормозные испытания тракторных двигателей. — М. — Л.: Машиностроение, 1966.
15. Ждановский Н. С. и др. Диагностика автотракторных двигателей с использованием электронных приборов/В. А. Аллилуев, В. М. Михлин. — Л.: ЛСХИ, 1973.
16. Ждановский Н. С., Николаенко А. В. Надежность и долговечность автотракторных двигателей. — Л.: Колос, 1974.
17. Иванов А. И. Основы взаимозаменяемости и технические измерения. — М.: Колос, 1975.
18. Износ деталей сельскохозяйственных машин/М. М. Севернев, Г. П. Каплун, В. А. Короткевич и др. — Л.: Колос, 1972.

19. Каталог средств технического обслуживания тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин/А. В. Ленский, В. И. Бельских, А. В. Дунаев и др.; Под ред. С. И. Костенко. — М.: ГОСНИТИ, 1977.
20. Кривенко П. М., Федосов И. М. Дизельная топливная аппаратура. — М.: Колос, 1970.
21. Кривенко П. М., Федосов И. М. Техническое обслуживание дизельной топливной аппаратуры. — М.: Колос, 1973.
22. Конструкция, основы теории и расчет тракторов/И. Б. Барский, Д. Ф. Брюховец, В. В. Иванов и др. — М.: Высшая школа, 1971.
23. Коротков В. П., Тайц Б. А. Основы метрологии и теории точности измерительных устройств. — М.: Издательство стандартов, 1978.
24. Леонтьев Н. Л. Техника статистических вычислений. — М.: Лесная промышленность, 1966.
25. Лихачев В. С. Испытания тракторов. — М.: Машиностроение, 1974.
26. Маликов М. Ф. Точные измерения. — Л. — М.: Стандартгиз, 1935.
27. Маликов С. Ф., Тюрин Н. И. Введение в метрологию. — М.: Издательство стандартов, 1966.
28. Маршрутная технология диагностирования составных частей тракторов/В. И. Бельских, В. И. Кирса, Н. Т. Иванов и др.; Под ред. С. И. Костенко. — М.: ГОСНИТИ, 1977.
29. Матвеев А. С. Практикум по устройству системы питания и гидросистемы тракторов, автомобилей, комбайнов. — М.: Колос, 1976.
30. Методические указания по прогнозированию технического состояния машин/В. М. Михлин, А. А. Сельцер, А. Я. Маренич и др.; Под ред. С. И. Костенко. — М.: Колос, 1972.
31. Михлин В. М. Прогнозирование технического состояния машин. — М.: Колос, 1976.
32. Мишин И. А. Долговечность двигателей. — М.: Машиностроение, 1968.
33. Павлов Б. В. Акустическая диагностика механизмов. — М.: Машиностроение, 1971.
34. Павлов Б. В. Диагностика болезней машин. — М.: Колос, 1978.
35. Портнов М. Н. Комбайны. — М.: Колос, 1979.
36. Прейсман В. И. Основы надежности сельскохозяйственной техники. — Киев — Донецк: Вища школа, 1979.
37. Рекомендации по организации технического обслуживания машинно-тракторного парка в колхозах и совхозах/А. В. Ленский, В. С. Паклин, Н. С. Пасечников и др.; Под рук. С. И. Костенко. — М.: ГОСНИТИ, 1975.
38. Рекомендации по организации технического обслуживания уборочно-транспортных, посевных и пахотных комплексов силами и средствами районных объединений «Сельхозтехника»/Н. М. Хмелевой, Ю. Ф. Кондратенко, Ш. А. Еремеев и др.; Под ред. С. И. Костенко. — М.: ГОСНИТИ, 1978.
39. Румянцев Е. К. Гидравлические системы зерноуборочных комбайнов. — М.: Колос, 1975.
40. Селиванов А. И. Основы теории старения машин. — М.: Машиностроение, 1971.

41. Сельцер А. А., Скибневский К. Ю. Практикум по диагностированию сельскохозяйственной техники. — М.: Колос, 1979.
42. Соловцов В. К. Контрольно-измерительные приборы. Учебн. пособие для проф.-техн. училищ. — М.: Высшая школа, 1969.
43. Спектор А. Г., Путинцева М. А. Техническое обслуживание машинно-тракторного парка. — М.: Колос, 1972.
44. Спичкин Г. В. и др. Диагностика технического состояния автомобилей/Г. В. Спичкин, А. М. Третяков, Б. Л. Либин. — М.: Высш. школа, 1975.
45. Справочное пособие по устройству и эксплуатации оборудования для технического обслуживания машинно-тракторного парка/Ф. Н. Пуховицкий, Ю. М. Копылов, В. И. Овчинников и др. — М.: Высшая школа, 1975.
46. Средства технического обслуживания машинно-тракторного парка/Ф. Н. Пуховицкий, Ю. М. Копылов, А. В. Ленский, В. И. Овчинников. — М.: Высшая школа, 1979.
47. Техническая диагностика двигателей внутреннего сгорания по параметрам рабочих процессов/Ю. К. Бабков, Ю. М. Горский, Н. А. Чернышев; Под рук. С. И. Костенко. — М.: ГОСНИТИ, 1973.
48. Техническая диагностика тракторов и зерноуборочных комбайнов/В. А. Аллилуев, Н. С. Ждановский, А. В. Николаенко и др.; Под ред. проф. В. М. Михлина. — М.: Колос, 1978.
49. Технология диагностирования колесных тракторов (технологические карты)/К. Ю. Скибневский, А. В. Дунаев, В. И. Бельских и др.; Под ред. С. И. Костенко. — М.: ГОСНИТИ, 1976.
50. Технология диагностирования тракторов/В. И. Бельских, В. Н. Власенко, Н. Т. Иванов и др.; Под ред. С. И. Костенко. — М.: ГОСНИТИ, 1973.
51. Тюрин Н. И. Введение в метрологию. — М.: Издательство стандартов, 1973.
52. Унифицированная технология диагностирования зерноуборочных комбайнов СКД-5, СК-5 и СК-6/И. Т. Скиба, Б. Г. Садыков. — М.: ГОСНИТИ, 1975.
53. Халфин М. А. Определение межремонтных сроков службы машин в сельском хозяйстве. — М.: Колос, 1969.
54. Черкун В. Е. Ремонт и долговечность тракторных гидравлических систем. — М.: Колос, 1972.
55. Электрические измерения неэлектрических величин/А. М. Турчин, П. В. Новицкий, Е. С. Левина и др.; Под ред. П. В. Новицкого. — Л.: Энергия, 1975.
56. Электрические стенды ГОСНИТИ для обкатки и испытания двигателей в ремонтных предприятиях/И. П. Погорелый. — М.: ОНТИ ГОСНИТИ, 1969.
57. Якушев А. В. Практикум по устройству системы питания и гидросистемы тракторов, автомобилей, комбайнов. — М.: Колос, 1976.
58. Якушеникова Т. А. Гидравлические приводы мелиоративных машин. — М.: Колос, 1967.
59. Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1975 ... 1979 гг., № 1 ... № 12.
60. Техника в сельском хозяйстве, 1974 ... 1979 гг., № 1 ... № 12.

Введение	3
<i>Раздел первый. ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ</i>	7
Глава I. Допуски и посадки	7
§ 1. Основные понятия о взаимозаменяемости	7
§ 2. Размеры и сопряжения деталей машин	10
§ 3. Погрешности обработки деталей	12
§ 4. Единая система допусков и посадок СЭВ	18
§ 5. Допуски и посадки подшипников качения	22
§ 6. Допуски на угловые размеры и гладкие конические сопряжения	24
§ 7. Допуски и посадки шпоночных и шлицевых соединений	27
§ 8. Допуски на резьбы и резьбовые соединения	29
§ 9. Допуски на зубчатые и червячные передачи	33
Контрольные вопросы	37
Глава II. Основные понятия метрологии, термины и определения	38
§ 1. Значение измерительной техники для диагностирования машин	38
§ 2. Международная система единиц (СИ)	39
§ 3. Внесистемные единицы измерения физических величин	42
§ 4. Классификация средств измерений	43
§ 5. Основные характеристики средств измерений	47
Контрольные вопросы	50
Глава III. Погрешности измерений физических величин	51
§ 1. Классификация погрешностей	51
§ 2. Способы устранения систематических погрешностей	54
§ 3. Обработка результатов измерений, содержащих случайные погрешности	57
Контрольные вопросы	62
Глава IV. Методы и средства измерений общего назначения	63
§ 1. Методы измерений	63
§ 2. Основные составные части средств измерений	66

§ 3. Преобразование неэлектрических величин в электрические	72
§ 4. Простейшие измерительные инструменты	80
§ 5. Штангенинструменты и угломеры	83
§ 6. Микрометрические измерительные инструменты	88
§ 7. Индикаторы часового типа, индикаторные нутромеры, миниметры	91
§ 8. Оптические средства измерений	93
§ 9. Пневматические средства измерений линейных размеров	96
§ 10. Средства измерения для определения температур	99
§ 11. Приборы для измерения усилий, давлений и крутящих моментов	104
§ 12. Приборы для измерения расхода жидкостей, газов и плотности жидкостей	111
§ 13. Электрические приборы для измерения угловых и линейных величин	126
§ 14. Приборы для измерения скорости поступательного движения, ускорения и параметров вибрации	128
§ 15. Тахометры	129
§ 16. Газоанализаторы и дымомеры	134
§ 17. Фотоэлектрическая установка МФС-3	137
§ 18. Эксплуатация средств измерений	140
Контрольные вопросы	142

Раздел второй. ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАШИН 144

Глава I. Общие вопросы технической диагностики 144

§ 1. Основные термины и определения	144
§ 2. Закономерности изменения технического состояния машин	151
§ 3. Система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве	158
§ 4. Задачи технической диагностики	161
§ 5. Характеристика методов поиска неисправностей при техническом обслуживании машин	163
Контрольные вопросы	166

Глава II. Обзор методов диагностирования сельскохозяйственной техники 166

§ 1. Субъективные методы диагностирования	166
§ 2. Диагностирование по структурным параметрам	169
§ 3. Диагностирование по изменению герметичности рабочих объемов	170
§ 4. Диагностирование дизелей по параметрам рабочих процессов	175
§ 5. Виброакустические методы диагностирования	177
§ 6. Методы оценки качества нефтепродуктов	180
§ 7. Спектрографический метод определения содержания продуктов износа в масле	183

§ 8. Диагностирование по мощностным и топливным показателям	186
Контрольные вопросы	186
Глава III. Состояние и перспективы развития методов и средств диагностирования машин	195
§ 1. Принципы разработки методов и средств диагностирования	195
§ 2. Требования к перспективным методам и средствам диагностирования	198
§ 3. Обеспечение контролепригодности объектов диагностирования	200
§ 4. Минимизация удельных издержек на диагностирование	202
§ 5. Перспективы развития методов и средств диагностирования	203
Контрольные вопросы	207
Глава IV. Прогнозирование технического состояния машин	207
§ 1. Задачи и виды прогнозирования технического состояния машин	207
§ 2. Прогнозирование остаточного ресурса при известной наработке от начала эксплуатации	211
§ 3. Прогнозирование остаточного ресурса при неизвестной наработке от начала эксплуатации	213
§ 4. Прогнозирование остаточного ресурса с учетом случайного характера изменения параметра	215
§ 5. Номограмма для определения остаточного ресурса	218
§ 6. Прогнозирование оптимального и предельного остаточных ресурсов	226
§ 7. Рекомендации по установлению объема и вида ремонта	229
§ 8. Практические рекомендации по использованию остаточного ресурса	234
§ 9. Прогнозирующие устройства	237
Контрольные вопросы	241
Задания	242
Раздел третий. СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	243
Глава I. Материально-техническая база	243
§ 1. Пункты технического обслуживания	243
§ 2. Технологическое оборудование постов мойки, заправки и техобслуживания ПТО	246
§ 3. Передвижные механизированные заправочные агрегаты	248
§ 4. Передвижные агрегаты технического обслуживания и ремонтные мастерские	249
§ 5. Диагностические комплекты	250
Контрольные вопросы	260

Глава II. Неисправности тракторов	260
§ 1. Характеристика неисправности, причины их возникновения	260
§ 2. Основные неисправности тракторов и их признаки	275
§ 3. Содержание работ при плановом техническом обслуживании тракторов	283
Контрольные вопросы	287
Глава III. Диагностирование и обслуживание дизеля	287
§ 1. Параметры состояния кривошипно-шатунного механизма	287
§ 2. Определение количества газов, прорывающихся в картер	289
§ 3. Определение состояния отдельных цилиндров	292
§ 4. Техническая экспертиза деталей цилиндро-поршневой группы	294
§ 5. Предварительная оценка состояния сопряжений кривошипно-шатунного механизма	295
§ 6. Измерение суммарного зазора в верхней головке шатуна и шатунном подшипнике	298
§ 7. Параметры состояния смазочной системы	299
§ 8. Промывка и проверка масляных очистителей	301
§ 9. Параметры состояния механизма газораспределения	303
§ 10. Проверка и регулировка зазоров клапанов газораспределения	304
§ 11. Диагностирование клапанов газораспределения и распределительного вала	306
§ 12. Параметры состояния системы охлаждения	309
§ 13. Проверка герметичности системы охлаждения	310
§ 14. Проверка и регулировка натяжения ремня вентилятора (водяного насоса)	311
§ 15. Влияние состояния системы очистки и подачи воздуха на работу дизеля	312
§ 16. Проверка засоренности воздухоочистителя	314
§ 17. Обслуживание воздухоочистителя	315
§ 18. Проверка работы турбокомпрессора	317
Контрольные вопросы	319
Глава IV. Диагностирование и регулировка топливной аппаратуры на дизеле	319
§ 1. Параметры состояния топливной аппаратуры	319
§ 2. Диагностирование системы топливоподдачи низкого давления	326
§ 3. Проверка и регулировка форсунок на дизеле	328
§ 4. Разборка, очистка и испытание форсунок	329
§ 5. Диагностирование прецизионных пар топливного насоса	331
§ 6. Проверка и регулировка момента начала подачи топлива	332
§ 7. Проверка неравномерности нагружения цилиндров	336
§ 8. Проверка и регулировка частоты вращения коленчатого вала	336

§ 9. Диагностирование регулятора частоты вращения и корректора	338
Контрольные вопросы	340
Глава V. Определение мощностных и топливных показателей дизеля	340
§ 1. Факторы, влияющие на мощность и топливную экономичность	340
§ 2. Определение мощностных показателей методом Н. С. Ждановского	344
§ 3. Определение мощности с помощью прибора ИМД-2М	346
§ 4. Определение мощности с помощью прибора ИМД-Ц	347
§ 5. Определение мощности и оценка экономичности дизеля по расходу топлива	350
§ 6. Испытание тракторных дизелей при помощи установки КИ-4935 ГОСНИТИ	352
§ 7. Испытание колесных тракторов на стенде КИ-8927 ГОСНИТИ (КИ-8948 ГОСНИТИ)	354
Контрольные вопросы	355
Глава VI. Диагностирование и обслуживание пускового двигателя и редуктора	355
§ 1. Параметры состояния пускового двигателя и редуктора	355
§ 2. Обслуживание системы питания	357
§ 3. Обслуживание смазочной системы и механизма газораспределения	358
§ 4. Обслуживание системы зажигания	358
§ 5. Проверка работы пускового двигателя	360
§ 6. Проверка и регулировка редуктора	363
Контрольные вопросы	365
Глава VII. Диагностирование и обслуживание электрооборудования	365
§ 1. Параметры состояния и средства диагностирования электрооборудования	365
§ 2. Диагностирование аккумуляторной батареи	367
§ 3. Проверка состояния электропроводки, системы освещения и сигнализации	368
§ 4. Проверка и регулировка реле-регулятора, генератора, выпрямителя и системы пуска на стенде КИ-8927 ГОСНИТИ (КИ-8948 ГОСНИТИ)	369
§ 5. Проверка реле-регулятора, генератора, выносного выпрямителя и системы пуска при помощи прибора КИ-1093 ГОСНИТИ	373
Контрольные вопросы	378
Глава VIII. Диагностирование и обслуживание силовой передачи трактора	378
§ 1. Параметры состояния силовой передачи	378
§ 2. Проверка и регулировка муфты сцепления	381
§ 3. Проверка и регулировка механизмов привода ВОМ	384
§ 4. Проверка и регулировка механизмов блокировки коробки передач	387

§ 5. Обслуживание гидравлической системы коробки передач и ВОМ тракторов К-700, К-701, Т-150, Т-150К	387
§ 6. Диагностирование зубчатых зацеплений коробки передач по длине зубьев	388
§ 7. Определение суммарного бокового зазора в механизмах силовой передачи	391
§ 8. Проверка износа коробки передач, главной передачи и дифференциала	393
§ 9. Регулировка подшипников главной передачи и дифференциала	395
§ 10. Проверка и регулировка подшипников конечных передач	397
Контрольные вопросы	399

Глава IX. Диагностирование и регулировка ходовой системы трактора 399

§ 1. Параметры состояния ходовой системы	399
§ 2. Проверка состояния направляющих колес, опорных катков, поддерживающих роликов и натяжных устройств гусеничных тракторов	402
§ 3. Проверка и регулировка зазоров в сопряжениях ходовой системы гусеничных тракторов	402
§ 4. Определение износа гусеничных цепей и ведущих колес	406
§ 5. Проверка и регулировка натяжения гусеничных цепей	407
§ 6. Проверка давления в пневматических шинах и накачивание их воздухом	408
§ 7. Проверка зазоров в сопряжениях поворотных цапф и подшипниках передних колес	411
§ 8. Проверка и регулировка сходимости передних колес	411
Контрольные вопросы	412

Глава X. Диагностирование и обслуживание механизмов управления поворотом и тормозом тракторов 413

§ 1. Параметры состояния механизмов управления поворотом и тормозов	413
§ 2. Проверка и регулировка механизмов управления поворотом гусеничных тракторов	414
§ 3. Диагностирование муфт поворота гусеничных тракторов	415
§ 4. Проверка и регулировка свободного хода рулевого колеса и усилия на его ободе	416
§ 5. Обслуживание и диагностирование гидравлической системы управления поворотом	418
§ 6. Диагностирование и регулировка пневматической системы	427
§ 7. Проверка и регулировка тормозов колесных тракторов	431
Контрольные вопросы	432

Глава XI. Обслуживание и диагностирование гидравлической системы навесного устройства тракторов 433

§ 1. Параметры состояния гидравлической системы	433
§ 2. Диагностирование и промывка основного фильтра	434
§ 3. Проверка общего состояния гидросистемы	435

§ 4. Диагностирование агрегатов гидросистемы с помощью прибора КИ-5473 ГОСНИТИ	436
§ 5. Диагностирование гидроувеличителя сцепного веса	441
Контрольные вопросы	443
Глава XII. Диагностирование и обслуживание зерноуборочных комбайнов	444
§ 1. Параметры состояния составных частей комбайна	444
§ 2. Неисправности комбайнов и способы их устранения	446
§ 3. Содержание работ при плановом техническом обслуживании комбайнов	454
§ 4. Средства диагностирования, применяемые при проверке и регулировке механизмов комбайна	457
§ 5. Проверка и регулировка ременных и цепных передач	462
§ 6. Проверка и регулировка подшипниковых сопряжений и предохранительных муфт	463
§ 7. Проверка и регулировка жатки комбайна	466
§ 8. Проверка и регулировка молотилки и копнителя	468
§ 9. Проверка и регулировка вариатора скорости движения комбайна и моста ведущих колес	471
§ 10. Проверка и регулировка моста управляемых колес	474
§ 11. Диагностирование гидравлической системы	475
Контрольные вопросы	477
Глава XIII. Диагностирование и обслуживание специальных комбайнов и других сельскохозяйственных машин	477
§ 1. Параметры состояния составных частей машин	477
§ 2. Содержание работ по диагностированию и техническому обслуживанию машин	479
§ 3. Проверка и регулировка самоходного кормоуборочного комбайна КСК-100	483
§ 4. Проверка и регулировка силосоуборочного комбайна КС-1,8	485
§ 5. Проверка и регулировка кукурузоуборочного комбайна КОП-1,4	487
§ 6. Проверка и регулировка самоходной корнеуборочной машины КС-6	488
§ 7. Проверка и регулировка картофелеуборочного комбайна ККУ-2	492
§ 8. Проверка и регулировка плугов	494
§ 9. Проверка и регулировка культиваторов	495
§ 10. Проверка и регулировка посевных и посадочных машин	497
Контрольные вопросы	498
Раздел четвертый. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ	499
Глава I. Организация работ специализированных звеньев технического обслуживания машин	499
§ 1. Формы организации технического обслуживания машин	499
§ 2. Техническое обслуживание машин силами и средствами хозяйств	501

§ 3. Техническое обслуживание машин с участием райсельхозтехники	503
§ 4. Комплексное техническое обслуживание машин	505
§ 5. Обслуживание и ремонт техники силами и средствами производственного объединения механизации и электрификации сельского хозяйства	509
§ 6. Централизованное техническое обслуживание энергонасыщенных тракторов	512
§ 7. Техническое обслуживание машин в период напряженных полевых работ	513
§ 8. Порядок выполнения работ при диагностировании и техническом обслуживании машин в хозяйствах	516
§ 9. Последовательность диагностирования и технического обслуживания машин	519
Контрольные вопросы	521
Глава II. Организация работы инженерно-технических служб райсельхозтехники и хозяйств	521
§ 1. Задачи и состав групп инженерной службы райсельхозтехники	521
§ 2. Организация работы диспетчерской службы	524
§ 3. Задачи и состав звеньев ПТО колхозов и совхозов	527
§ 4. Организация работы инженерных групп райсельхозтехники и звеньев ПТО хозяйств	528
Контрольные вопросы	530
Глава III. Планирование и учет работ по диагностированию и техническому обслуживанию машин	530
§ 1. Выбор типов средств диагностирования и технического обслуживания машин в хозяйствах	530
§ 2. Определение объема работ по техническому обслуживанию тракторов в хозяйствах	534
§ 3. Рабочая документация специализированного звена диагностирования и обслуживания машин	537
Контрольные вопросы	541
Глава IV. Расчет экономической эффективности методов и средств диагностирования и технического обслуживания машин	542
§ 1. Общие положения	542
§ 2. Эффективность безразборного способа диагностирования муфт поворота гусеничных тракторов	543
§ 3. Эффективность бестормозного метода испытания комбайновых дизелей	546
Контрольные вопросы	554
Глава V. Техника безопасности	554
§ 1. Основы безопасности труда и производственной санитарии	554
§ 2. Меры безопасности при пользовании средствами технического обслуживания и диагностирования машин	556
§ 3. Требования безопасности при диагностировании и обслуживании сельскохозяйственной техники	558
Контрольные вопросы	564
Указатель литературы	565

Василий Ильич Бельских

**ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И ОБСЛУЖИВАНИЕ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

Редактор *Н. Д. Нагайцева*

Художник *А. Е. Григорьев*

Художественный редактор *Н. М. Коровина*

Технический редактор *Н. В. Новикова*

Корректор *М. И. Бынеев*

ИБ № 1462

Сдано в набор 26.03.80. Подписано к печати
03.10.80. Т-17427. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип.
№ 2. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 30,24. Уч.-изд. л. 32,44. Изд. № 149.
Тираж 115 000 экз. (1-ый завод 1—75.000 экз.).
Заказ № 338. Цена 1 р. 10 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство
«Колос», 107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-
Спасская, 18

Владимирская типография «Союзполиграфпрома»
при Государственном комитете СССР по делам
издательств, полиграфии и книжной торговли
600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7