



А.А.БУВФ, Д.Ф.ГУРЕВИЧ

**ТЕХНОЛОГИЯ
ОБЪЕМОХОЗЯЙСТВЕННОГО
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

54.
3-92

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ ВЫСШИХ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

А.А.ЗУЕВ, Д.Ф.ГУРЕВИЧ

ТЕХНОЛОГИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Допущено Главным управлением высшего и среднего сельскохозяйственного образования Министерства сельского хозяйства СССР в качестве учебного пособия для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по специальности 1509 — «Механизация сельского хозяйства».

20177766

Сурхондарьинская
ОБЛАСТНАЯ БИБЛИОТЕКА
им. Гоголя

ADIB SOBIR TERMIZIY NOMDAGI
SURXONDARYO VILOYATI AXBOROT
KUTUBXONA MARKAZI
Kat. № *40334*
334497 2008 г.



МОСКВА «КОЛОС» 1980

ББК 34.751

З-93

УДК 631.3.002.2(075.8)

Рецензенты — кафедра «Технология машиностроения» ЧИМЭСХ (зав. кафедрой доцент *М. Н. Котомин*, ассистент *Л. М. Звонарева*); кафедра «Технология материалов» Волгоградского СХИ (доценты *С. У. Мурашкин*, *В. И. Онищенко*).

Зуев А. А., Гуревич Д. Ф.

З-93 Технология сельскохозяйственного машиностроения. — М.: Колос, 1980. — 256 с., ил. — (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).

Пособие, написанное в соответствии с одноименным разделом курса «Технология машиностроения», предназначено для студентов факультетов механизации сельского хозяйства. В нем рассмотрены вопросы проектирования технологических процессов и технологической оснастки; приведены типовые технологические маршруты механической обработки деталей, наиболее часто встречающихся в сельскохозяйственных машинах и орудиях; изложены основы технологии сборки машин, агрегатов и узлов; освещена методика оценки технико-экономической эффективности технологических процессов.

З $\frac{40201-181}{035(01)-80}$ 32—80. 3802040400

ББК 34.751
631.301

ВВЕДЕНИЕ

Для успешного решения задач в области ремонта сельскохозяйственной техники выпускники инженерных факультетов сельскохозяйственных вузов должны знать технологические процессы изготовления и сборки машин на заводах автотракторного и сельскохозяйственного машиностроения. Поскольку современные методы и организационные формы капитального ремонта машин базируются на принципах специализации и концентрации ремонтных работ, которые выполняются на предприятиях, оснащенных современным технологическим оборудованием, освоение курса «Технология сельскохозяйственного машиностроения» позволит инженеру применять на ремонтных предприятиях передовую технологию машиностроительных заводов, что положительно скажется на качестве ремонта и экономике ремонтных предприятий.

Материал учебного пособия построен с учетом того, что студенты на предыдущих курсах изучили дисциплины «Технология конструкционных материалов», «Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения», «Металлорежущие станки и инструменты». Поэтому в учебном пособии в основном освещены вопросы разработки технологических процессов изготовления типовых деталей и сборки сельскохозяйственных машин. Методы термической обработки конструкционных материалов, обработки их резанием, применяемые режимы и оборудование студентам должны быть известны из предыдущих дисциплин.

Машиностроение имеет первостепенное значение для технического перевооружения всего народного хозяйства. Быстрый рост всех отраслей промышленности и сельского хозяйства, увеличение выпуска продукции основываются главным образом на повышении производительности труда путем механизации и автоматизации производственных процессов. Технический уровень ма-

шиностроения определяет и технический уровень решающих отраслей народного хозяйства. Количество выпускаемой продукции не может быть единственной характеристикой при оценке машиностроения. Важно обеспечить высокое качество продукции машиностроения, высокую производительность машин, их надежность, долговечность и низкую себестоимость. На эти стороны производства в настоящее время обращается особое внимание.

Технология машиностроения — наука о производстве машин — изучает технологические процессы, применяемые на машиностроительных заводах при изготовлении машин требуемого качества, в установленном программой количестве и при наименьшей себестоимости. Сельскохозяйственное машиностроение — отрасль машиностроения, поэтому в изучаемом курсе будут рассмотрены как общие вопросы технологии машиностроения, так и особенности технологии сельскохозяйственного машиностроения. Технология машиностроения рассматривает методы разработки и построения рациональных технологических процессов, выбор способа получения заготовки, подбор технологического оборудования, инструмента и приспособлений, назначение режима резания и установление технически обоснованных норм времени. Все эти данные фиксируются в технологической документации, используемой при организации и планировании производства.

Применение тщательно разработанной и технически обоснованной технологии повышает технологическую дисциплину, обеспечивая заданное качество продукции при высокой экономической эффективности производства.

Технология машиностроения базируется на результатах научных разработок и передовом опыте машиностроительных заводов.

Существенный вклад в развитие науки о технологии машиностроения внесли работы советских ученых Б. С. Балакшина, М. Е. Егорова, В. М. Кованя, А. П. Соколовского и других, создавших советскую школу в этой отрасли науки.

Раздел первый

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Глава 1

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ



1.1. Изделия машиностроительного производства

Изделием машиностроительного производства называется предмет (набор предметов), являющийся продуктом конечной стадии производства завода, цеха, участка, линии.

Различают изделия основного и вспомогательного производств. К изделиям основного производства относятся продукция, предназначенная для поставки заказчикам или для реализации торговыми организациями. К изделиям вспомогательного производства относится продукция, предназначенная только для собственных нужд предприятия.

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) устанавливает следующие виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты. Деталью называется изделие (или часть изделия), изготовленное или подлежащее изготовлению из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций. Таким образом, деталь — это изделие или первичный элемент сложного изделия, характеризующийся отсутствием в нем разъемных и неразъемных соединений.

Сборочная единица представляет собой изделие, составные части которого подлежат соединению на предприятии-изготовителе сборочными операциями: свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой и т. п. Примерами сборочных единиц служат автомобиль, станок, редуктор, карбюратор и т. д.

Комплексом называются два и более специфицированных (имеющих спецификацию) изделия, не соединен-

ных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Примерами комплексов могут служить: поточная линия станков, доильная установка и т. п.

Комплект образуют два и более изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих собой набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера. Примеры: комплект запасных частей, комплект инструмента и принадлежностей, комплект измерительной аппаратуры и т. п.

Сборочная единица первого порядка может состоять из нескольких простых сборочных единиц второго порядка и т. д.

Так, например, для тракторного завода трактор является изделием. Двигатель в сборе с муфтой сцепления представляет собой сборочную единицу первого порядка, состоящую из двух сборочных единиц второго порядка: двигателя и муфты сцепления. Масляный насос, топливный насос, пусковой двигатель, являющиеся составными частями двигателя, представляют собой сборочные единицы третьего порядка.

В сельском хозяйстве в зависимости от сложности и назначения изделия применяются термины: машина (комбайн, трактор), агрегат (аппарат), орудие (рабочий орган).

1.2. Производственный и технологический процессы

В машиностроении различают производственный и технологический процессы. Производственный процесс представляет собой совокупность всех действий людей и орудий производства, в результате которых исходные материалы и полуфабрикаты превращаются в изделия. Производственный процесс включает: подготовку средств производства, организацию и обслуживание рабочего места, настройку станков, подготовку инструмента и приспособлений, получение и хранение материалов и полуфабрикатов, изготовление деталей, сборку узлов и изделий, транспортировку на всех стадиях производства, технический контроль, окраску и упаковку готовой продукции, планирование, нормирование и учет.

Технологический процесс — часть производственного процесса, содержащая действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства.

Технологический процесс механической обработки — часть производственного процесса, содержащая действия по изменению размеров, формы и свойств обрабатываемой заготовки и последующему их контролю. Технологический процесс делится на технологические операции, которые состоят из переходов. Переходы могут быть технологическими и вспомогательными. В свою очередь, технологические переходы содержат рабочие и вспомогательные ходы. В операции выделяют установки и позиции.

Технологической операцией называется законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.

Технологический переход — законченная часть технологической операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и обрабатываемых поверхностей.

Вспомогательный переход — законченная часть технологической операции, состоящая из действий, не сопровождаемых изменением формы, размеров и шероховатости поверхности (установка заготовки, смена инструмента и т. д.).

Рабочий ход — часть технологического перехода, сопровождаемая изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки и заключающаяся в однократном перемещении инструмента относительно заготовки.

Вспомогательный ход — часть технологического перехода, не сопровождаемая изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки и заключающаяся в перемещении инструмента относительно заготовки.

Установ — часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении заготовки.

Позиция — фиксированное положение заготовки совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования.

1.3. Типы и организационные формы машиностроительного производства

В машиностроении различают три типа производства: единичное (индивидуальное), серийное и массовое. Серийное производство, в свою очередь, подразделяется на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное.

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операции $K_{з.о}$, определяемым по формуле

$$K_{з.о} = O/P,$$

где O — число различных операций;

P — число рабочих мест, на которых выполняются различные операции.

Значение коэффициента закрепления операции $K_{з.о}$ принимается для планового периода, равного одному месяцу.

Для различных типов производств коэффициент закрепления операций имеет следующие значения:

массовое — $K_{з.о} = 1$;

крупносерийное производство — $K_{з.о} \leq 10$;

среднесерийное производство — $10 < K_{з.о} \leq 20$;

мелкосерийное производство — $20 < K_{з.о} \leq 40$;

единичное производство — $K_{з.о} > 40$.

Единичное и мелкосерийное производства характеризуются выпуском изделий в малых, редко повторяющихся или вовсе не повторяющихся количествах при широкой номенклатуре выпускаемых изделий. В этих условиях применяются преимущественно универсальное оборудование, нормализованный режущий инструмент и универсальная технологическая оснастка. Оборудование в цехах располагается по групповому признаку (т. е. с разбивкой на участки токарных, фрезерных, строгальных станков и т. д.). Для выполнения производственной программы требуются рабочие высокой квалификации с универсальными навыками. В сельскохозяйственном машиностроении единичное и мелкосерийное производства имеют место при изготовлении опытных образцов машин.

Среднесерийное производство характеризуется установившейся номенклатурой выпускаемой продукции, повторяющимися сериями изготавливаемых изделий.

При серийном производстве возможны частичная специализация оборудования и применение автоматов

и полуавтоматов, обладающих возможностью их переналадки при переходе от одних изделий к другим.

Крупносерийное и массовое производства характеризуются выпуском в больших количествах определенных изделий ограниченной номенклатуры. Выпуск продукции происходит непрерывно. При изготовлении нескольких моделей или конструкций изделий они выпускаются параллельно или одновременно.

Оборудование устанавливается в последовательности выполнения операций технологического процесса. Массовое и крупносерийное производства отличаются широким применением автоматических станков и линий, высокой степенью автоматизации всех производственных процессов и применением специальной оснастки (приспособлений, вспомогательного режущего и измерительного инструмента). Квалификация рабочих на операционных работах может быть невысокой, но настройку станков производят квалифицированные рабочие — наладчики.

В массовом производстве обеспечивается низкая себестоимость продукции. При строгой технологической дисциплине достигаются единообразие, точность и высокое качество выпускаемых изделий.

Каждому типу производства соответствуют определенная форма его организации и система расположения технологического оборудования.

Для единичного и мелкосерийного производства наиболее характерна расстановка оборудования по группам станков. В этом случае организуются участки токарных, фрезерных, шлифовальных и других станков, на которых выполняются соответствующие операции. Заготовки в процессе обработки переходят с одного участка на другой.

При серийном производстве целесообразно применять предметную форму организации (участки обработки валов, шестерен, втулок). В этом случае каждый участок предназначен для изготовления одной или нескольких однотипных деталей. Станки располагаются в последовательности выполнения технологических операций, а детали на станках обрабатываются партиями. После завершения обработки партия заготовок поступает к следующему станку, на резервную площадку или промежуточный склад. Контроль деталей осуществляется партиями.

Прогрессивным направлением является применение переменного-поточных линий. При переменного-поточной (групповой поточной) форме организации производства обрабатываются детали нескольких наименований, требующие сходных технологических процессов. В этом случае обработка каждой партии деталей организуется по принципу непрерывного потока. Обработка же различных партий деталей производится на различных режимах с использованием переналаживаемых оборудования и оснастки.

Для крупносерийного и массового производства наиболее характерна прямоточная форма организации, при которой станки располагаются в последовательности выполнения технологических операций. При этом станки закрепляются за определенными операциями. Обработка ведется таким образом, что заготовки со станка на станок поступают не партиями, а поштучно. Транспортирование деталей от одного рабочего места к другому производится различными немеханизированными транспортными устройствами (рольганги, наклонные лотки) без создания принудительного такта. При этой форме организации штучное время отдельных операций не согласовано с тактом поточной линии, поэтому у отдельных рабочих мест могут создаваться заделы промежуточных заготовок.

Наиболее производительной является непрерывно-поточная форма организации, используемая в массовом производстве, когда заготовки перемещаются по рабочим местам в соответствии с технологическим процессом, причем штучное время обработки на всех операциях согласовано с тактом поточной линии, поэтому обрабатываемые заготовки непрерывным потоком перемещаются с одного рабочего места на другое. Работа поточной линии должна быть построена так, чтобы выпуск продукции происходил равномерно с обеспечением заданного такта выпуска. Такт выпуска — промежуток времени (мин), через который с линии должно выпускаться очередное изделие (деталь, сборочная единица):

$$\tau = \frac{60F_d}{N},$$

где F_d — действительный фонд времени оборудования за рассматриваемый период времени (год, месяц, смена), ч;

N — количество изделий, выпускаемых с поточной линии за рассматриваемый период времени.

В общезаводском плане работа всех поточных линий и участков подчинена заданному такту выпуска изделия завода.

Такт выпуска — основная расчетная величина для операций, выполняемых на поточной линии. Технологический процесс должен быть построен так, чтобы штучное время каждой операции было равно или кратно такту выпуска. Станочное оборудование на потоке должно быть загружено не менее чем на 70%. Недогрузка рабочих мест устраняется применением многостаночного обслуживания. На поточных линиях выполняются не только операции механической обработки или сборки, но и термическая обработка, лужение, окраска, мойка, упаковка и т. д.

Чтобы исключить возможные перебои на поточной линии, предусматриваются межоперационные заделы с запасами, позволяющими устранить неритмичность работы поточной линии (накопители и т. п.). Важное значение для бесперебойной работы линии имеют транспортные устройства (транспортеры, рольганги и пр.).

Высшая форма поточно-массового производства — автоматическая линия, включающая ряд технологически связанных станков с автоматизированным процессом обработки, управления, перемещения и контроля.

Поточный метод позволяет сократить цикл производства продукции, снизить трудоемкость и себестоимость, упростить планирование и управление производством, уменьшить межоперационные заделы и незавершенное производство, ускорить оборачиваемость средств, вложенных в производство.

Глава 2

ВЫБОР ЗАГОТОВКИ. ПРИПУСКИ НА ОБРАБОТКУ

2.1. Виды заготовок и их характеристика

Заготовки — это отрезки проката, поковки, штамповки, отливки из металла или другого конструкционного материала, предназначенные для изготовления деталей путем механической обработки.

Различают исходные заготовки, подготовленные к выполнению операций механической обработки, и промежуточные заготовки, находящиеся на любой стадии технологического процесса обработки. После завершения всего маршрута обработки заготовки превращаются в детали.

Выбор заготовки заключается в установлении метода ее изготовления, расчете или выборе припусков на обработку и определении размеров заготовки.

Метод изготовления заготовки определяется формой и размерами детали, технологическими свойствами материала, его температурой плавления, структурной характеристикой (направление волокон и размеры зерна). При выборе заготовки учитываются сортament материала (прокат), имеющееся оборудование, производственная программа, тип производства, степень его механизации и автоматизации. Оптимальный вариант изготовления заготовки устанавливается на основании технико-экономических расчетов. Повышение точности заготовок (уменьшение припусков) позволяет экономить металл, снижать стоимость и трудоемкость механической обработки, но при этом может возрасти стоимость изготовления исходных заготовок. При малой производственной программе применение некоторых технологических процессов изготовления заготовки (горячая штамповка и др.) может оказаться экономически нецелесообразным в связи с высокой стоимостью технологического оборудования и оснастки.

Заготовки из серого или ковкого чугуна изготавливаются в виде отливок.

Стальные заготовки изготавливаются из горячекатаного проката различных размеров и профиля либо из холодноотянутой стали. Для получения заготовок используются такжековка, штамповка или литье.

Заготовки из цветных металлов и сплавов изготавливаются из проката, отливаются или штамуются.

Заготовки в виде отливок применяются для деталей сложной формы. Сварные заготовки используются при невозможности или экономической нецелесообразности изготовления цельных. Детали кабин тракторов и автомобилей, кожуха и т. п. изготавливаются из листового материала холодной штамповкой с последующей сваркой.

Разрезка проката на заготовки может производиться газопламенными резаками, на ленточных или дисковых пилах, приводных ножовках и пресс-ножницах, на токарных, револьверных и фрезерных станках. На фрикционных (беззубых) пилах разрезается профильный прокат, не имеющий большой сплошной площади сечения (уголки, двутавры, швеллеры). На круглых заготовках большого диаметра фрикционная пила обычно заклинивается. Применяются также отрезные станки с тонкими отрезными шлифовальными кругами. Профильный прокат — уголки, швеллеры и т. п. — может быть разрезан на пресс-ножницах методом рубки.

Перед поступлением на механическую обработку исходные заготовки подвергаются очистке, правке и термической обработке в зависимости от методов их изготовления и предъявляемых требований. Отливки очищаются от формовочной земли и стержней, затем удаляются литники, выпоры, отрезаются прибыли, зачищаются заусенцы и случайные приливы. Очистка производится на стационарных и переносных шлифовально-обдирочных станках, зубилами, стальными щетками. Для механизации процесса очистки применяются дробеструйные установки, вращающиеся (галтовочные) барабаны. Заготовка, полученная горячей штамповкой, в месте разъема штампа обычно имеет облой, который обрезается или вырубается в штампах на обрезных кривошипных прессах. После обрезки производятся термическая обработка и правка в горячем или холодном состоянии. Термическая обработка с целью получения заданных микроструктуры и механических свойств включает нормализацию, улучшение и другие процессы.

Штамповки очищаются от окалины и заусенцев дробеструйной обработкой, травлением, галтовкой во вращающихся барабанах. Для получения точных размеров некоторые штампованные заготовки проходят калибровку и чеканку в холодном или горячем состоянии. Перед этой операцией производятся отжиг или нормализация и очистка от окалины. На чеканку дается припуск от 0,2 до 0,8 мм на сторону в зависимости от площади чеканки. Длинные заготовки из проката правят вручную, на прессах или на специальных многороликовых правильно-калибровочных станках за 1—2 хода.

2.2. Исходные данные для выбора заготовки

При выборе вида и метода изготовления заготовки учитываются конструкция и материал детали, ее форма и размеры, тип производства и имеющееся оборудование.

Наиболее целесообразна исходная заготовка, требующая наименьших затрат при изготовлении детали с учетом всех технологических операций обработки и необходимого качества детали. Форма и размеры заготовки должны быть возможно близкими к форме и размерам готовой детали с тем, чтобы свести к минимуму механическую обработку. Отливки применяются при изготовлении фасонных деталей сложной формы из серого и ковкого чугуна, литой стали, бронзы, алюминиевых сплавов. Литьем получают заготовки блоков цилиндров, головок цилиндров, гильз, поршней, деталей карбюраторов, поршневых колец, корпусов коробок передач, картеров и т. п.

Отливки изготавливаются в песчаных, земляных и оболочковых формах, в металлических формах, литьем по выплавляемым моделям, центробежным способом и под давлением. При отливке автотракторных деталей обычно применяется машинная формовка по металлическим моделям или используются оболочковые формы.

Прокат (в основном круглого сечения) служит для изготовления осей, валов, крепежных и других деталей. Прокат является также исходным материалом для поковок и штамповок. При достаточно большой программе могут быть использованы такие сложные виды прокатки, как периодическая и поперечно-винтовая.

Круглая горячекатаная сталь бывает обычной и повышенной точности.

Круглый прокат обычной точности выпускается диаметром от 5 до 250 мм, круглая сталь повышенной точности диаметром от 5 до 150 мм имеет допуски на 10—30% меньше.

Круглая калиброванная сталь выпускается диаметром от 3 до 100 мм. Производится также круглая сталь повышенной точности с улучшенной отделкой поверхности (серебрянка) диаметром от 0,2 до 30 мм. Так, серебрянка диаметром от 1 до 2,15 мм изготавливается с допуском 0,01—0,06 мм и шероховатостью поверхности

в пределах $R_a = 2,5 - 0,32$ мкм в зависимости от группы отделки.

Свободная ковка производится на кузнечных молотах и гидравлических прессах. Свободной ковкой изготавливаются заготовки для выполнения различных единичных заказов.

В серийном и массовом производствах применение свободнойковки нерационально, так как производительность этого способа невелика, а припуски на обработку максимальные.

Ковка в закрытых штампах (горячая штамповка) широко применяется в автотракторостроении для изготовления ответственных стальных деталей: шатунов, шестерен, коленчатых и распределительных валов, клапанов и т. п. С помощью горячей штамповки можно получить заготовки с высокими механическими свойствами и с минимальными припусками на механическую обработку.

На горизонтально-ковочных машинах применяются штампы с разъемными матрицами, в которых поковки получают путем высадки из прутка. Так изготавливают детали с головками, утолщениями, кольца и т. д.

Ротационная ковка используется для получения поволоков вытяжкой (редуцированием) в холодном или горячем состоянии. Холодной штамповкой или высадкой изготавливают крепежные и другие небольшие детали: толкатели, шарики и пр.

Листовая холодная штамповка применяется для изготовления деталей кабин тракторов и автомобилей, баков, щитков. Из листа вырубают заготовки сегментов и вкладышей ножей сенокосилок и жаток зерноуборочных машин, звенья втулочно-роликовых цепей и т. п.

2.3. Припуски на механическую обработку

Чтобы обеспечить возможность обработки поверхности детали снятием стружки, при назначении размеров заготовки учитывают припуски на обработку. Припуском называется слой металла, предусмотренный на заготовке и подлежащий удалению при механической обработке для получения готовой детали. Металл, оставленный в выемках, пазах и отверстиях отливок и поволоков, образует напуск, также удаляемый при обра-

ботке. Величина припуска зависит от размеров детали, вида заготовки, материала и требуемой точности изготовления детали. Припуск должен быть минимальным, но достаточным для получения детали заданных размеров и качества.

Различают общий и операционные припуски на обработку. Общим припуском называется слой металла, необходимый для выполнения всех технологических операций по обработке рассматриваемой поверхности; он представляет собой сумму операционных припусков и равен разности размеров исходной заготовки и готовой детали. Операционным припуском называется слой металла, предназначенный для снятия при выполнении одной технологической операции (перехода).

Припуски могут быть симметричные и асимметричные. Симметричные назначаются для обработки наружных и внутренних поверхностей тел вращения, асимметричные — для обработки поверхностей призматических деталей.

Различают также номинальный, минимальный и максимальный припуски. Минимальный припуск определяет минимально необходимую толщину слоя металла для выполнения данной операции и является исходной величиной при расчете припусков.

2.4. Методы определения припусков

Припуск на обработку может быть определен расчетно-аналитическим или опытно-статистическим методом. При расчетно-аналитическом методе рассчитываются минимальные операционные припуски в соответствии с технологическим маршрутом обработки. Для определения минимального операционного припуска (на диаметр) для тел вращения (валы, отверстия) используется формула.

$$z_{i \min} = 2 \left(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \Delta_{yi}^2} \right),$$

где $R_{z_{i-1}}$ — высота неровностей, образованных при выполнении предыдущего технологического перехода или операции;

T_{i-1} — глубина дефектного слоя, образованного при предыдущем технологическом переходе или операции;

При этом учитываются материал, размеры детали, тип производства и требуемая точность обработки. Припуски для разных заготовок при различных видах механической обработки приводятся в ГОСТ, заводских нормативных материалах и справочниках. Так, для заготовок из проката в зависимости от их размеров общий припуск на диаметр лежит в пределах от 1 до 8 мм, для заготовок, полученных горячей штамповкой, — от 1,5 до 6 мм на сторону, для отливок из чугуна и стали — от 3 до 8 мм на сторону. Операционные припуски на механическую обработку (на диаметр) лежат в пределах: при черновом обтачивании заготовки из проката диаметром до 120 мм — от 1 до 2,5 мм, заготовки-штамповки — от 1,5 до 3 мм; при чистовом обтачивании после чернового — от 0,5 до 1 мм; при наружном шлифовании в центрах — от 0,2 до 0,5 мм.

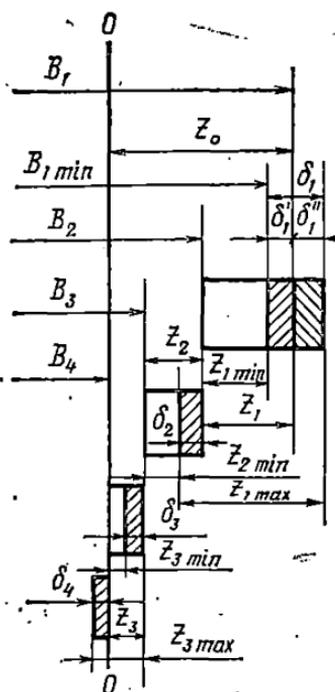
2.5. Проектирование заготовок

При проектировании заготовок исходными данными являются форма и размеры готовой детали, ее материал и технические требования к точности изготовления и термической обработке. Прежде всего устанавливается способ изготовления заготовки. К чертежу готовой детали присоединяют общие припуски на все поверхности, в результате чего получают исходную заготовку до выполнения механической обработки.

Графический метод построения общего припуска дает ясное представление о его составляющих элементах — операционных припусках и допусках. На рисунке 1 показана схема расположения полей операционных припусков и допусков на обработку вала. При построении схемы в качестве исходных данных взяты предельные размеры готовой детали, которые должны быть получены на последней технологической операции (шлифование). Для вала к наибольшему предельному размеру детали V_4 прибавляют наименьший припуск на обработку при шлифовании Z_{3min} . Так получают наименьший размер заготовки после чистового обтачивания. Прибавив допуск δ_3 , получают наибольший размер V_3 , который принимают за номинальный операционный размер заготовки под шлифование с допуском δ_3 в системе вала. К размеру V_3 добавляют наименьший припуск на чистовое обтачивание Z_{2min} и допуск δ_2 на черновое обта-

Рис. 1. Схема расположения полей операционных припусков и допусков при обработке вала. Условные обозначения:

B_1, B_2, B_3, B_4 — номинальные значения операционных размеров соответственно заготовок под черновое и чистовое обтачивание, шлифование и готовой детали; $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$ — допуски на указанные размеры; z_1, z_2, z_3 — номинальные значения припусков соответственно на черновое и чистовое обтачивание и шлифование; z_0 — общий номинальный припуск; z_{\max} и z_{\min} — максимальное и минимальное значения операционного припуска.



чивание, в результате чего получают размер B_2 — номинальный операционный размер заготовки под чистовое обтачивание. Прибавив наименьший припуск под черновое обтачивание $z_{1\min}$, получают наименьший размер исходной заготовки $B_{1\min}$. Для получения номинального размера исходной заготовки к $B_{1\min}$ прибавляют поле отрицательной части симметричного допуска на ее изготовление (штамповка, прокат).

Номинальный операционный припуск z_i равен разности номинальных значений операционных размеров на предшествующей B_{i-1} и на рассматриваемой B_i операциях. Номинальное значение общего припуска z_0 определяется разностью между номинальными размерами исходной заготовки и готовой детали. Максимальный операционный припуск z_{\max} равен сумме номинального припуска и допуска на получаемый размер, например $z_{3\max} = z_3 + \delta_4$. Исключение составляет максимальный припуск на первую операцию обработки проката, штамповки, отливки, имеющих симметричный допуск, который равен

$$z_{1\max} = z_1 + \delta_2 + \delta_1'$$

При назначении режимов резания учитывается максимальный припуск.

Допуск на припуск равен

$$\delta_z = z_{\max} - z_{\min}$$

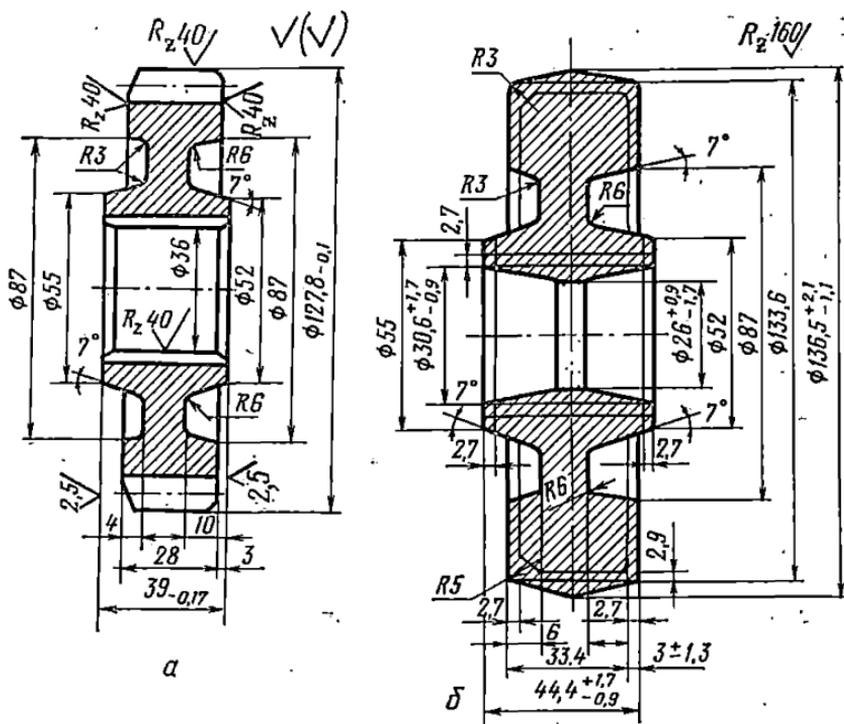


Рис. 2. Цилиндрическое зубчатое колесо трактора:

а — деталь; *б* — заготовка.

Значение операционного допуска принимается с учетом экономической точности используемого метода обработки на данной операции. Окончательные размеры заготовки устанавливаются с учетом общих припусков и допусков на изготовление заготовки, на которой предусматриваются необходимые радиусные переходы, формовочные уклоны и т. д. Размеры округляются с необходимой степенью точности, желательно с учетом использования рядов нормальных размеров.

При проектировании отливок должны быть уточнены способ формовки, расположение разъема формы, литников, выпоров. Для штамповок необходимо уточнить место разъема штампа, расположение облоя и его размеры.

На рисунке 2 в качестве примера представлены цилиндрическое колесо трактора и заготовка для его изготовления.

Проектирование заготовок выполняется в такой последовательности:

1) определяется вид исходной заготовки (прокат, штамповка, отливка);

2) разрабатывается технологический маршрут механической обработки заготовки;

3) определяются (рассчитываются) операционные и общий припуски на все обрабатываемые поверхности;

4) на чертеже детали вычерчиваются общие припуски на обработку каждой поверхности;

5) назначаются предварительные размеры заготовки и допуски на них;

6) корректируются размеры заготовки с учетом метода ее изготовления, устанавливаются напуски, формовочные уклоны, радиусы, технологические приливы и т. д.;

7) оценивается технологичность заготовки и в случае необходимости вносятся соответствующие коррективы.

Глава 3

БАЗИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК ПРИ ОБРАБОТКЕ НА СТАНКАХ



3.1. Основные понятия о базах

Перед обработкой должны быть осуществлены базирование заготовки и закрепление ее на станке.

Базированием называется придание заготовке требуемого положения относительно системы координат станка.

Закреплением называется приложение сил к заготовке для обеспечения постоянства ее положения, достигнутого при базировании. В качестве базы могут служить поверхность, сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащая заготовке.

По назначению базы подразделяются на конструкторские, технологические и измерительные. Конструкторской называется база, используемая для определения положения детали или сборочной единицы в изделии. Конструкторские базы бывают основные и вспомо-

гательные. Первые используются для определения положения самой детали в изделии, а вторые — для определения положения присоединяемого изделия.

Технологической называется база, используемая для определения положения заготовки в процессе ее обработки. По лишаемым степеням свободы технологические базы подразделяются на установочные, направляющие и опорные. Установочная база лишает заготовку трех степеней свободы — перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг двух других осей. Направляющая база лишает заготовку двух степеней свободы — перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой оси. Опорная база лишает заготовку одной степени свободы — перемещения вдоль одной координатной оси или поворота вокруг оси.

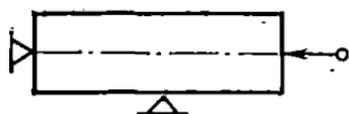
Измерительная база служит для определения относительного положения измеряемой поверхности и отсчета размеров. В зависимости от состояния поверхности заготовки технологические базы можно разделить на черновые и чистовые. Необработанные поверхности, используемые в качестве баз при выполнении первой операции, называются черновыми базами. Их используют только один раз во избежание больших погрешностей при повторном применении. В качестве черновой базы желательно выбирать поверхности, остающиеся в готовой детали необработанными, или такие поверхности, при обработке которых снимается наименьший припуск. Тем самым обеспечивается более точное взаимное расположение обработанных и необработанных поверхностей.

После выполнения первой операции в качестве технологических баз должны быть использованы чистовые базы — поверхности, обработанные на первой (второй, третьей) технологической операции.

Схема расположения опорных точек на базах заготовки называется схемой базирования. Опорная точка символизирует одну из связей заготовки с выбранной системой координат.

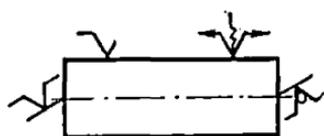
Для обеспечения неподвижности заготовки необходимо наложить на нее шесть двусторонних геометрических связей в избранной системе координат (правило шести точек).

Выбранная схема базирования графически указывается на операционных эскизах технологических карт



- △ *Неподвижные опоры (штыри, пальцы, пластины и др.)*
- ←○ *Механический зажим*

Рис. 3. Базирование призматической заготовки, зажатой в тисках с опорой на плоскость.



- ∇ *Жесткий центр*
- ∇ *Вращающийся центр*
- ∇ *Поводковый патрон*
- ∇ *Подвижный люнет*

Рис. 4. Базирование цилиндрической заготовки, установленной в центрах.

условными обозначениями опор и зажимов (ГОСТ 3.1107—73).

На рисунке 3 показаны базирование и закрепление призматической заготовки, установленной и зажатой в тисках с опорой на плоскость. Установочная база (внизу), направляющая база (слева) и скрытая база (опорная), создаваемая силой трения при зажатии, лишают заготовку всех шести степеней свободы.

На рисунке 4 показаны базирование и закрепление цилиндрической заготовки, установленной в центрах с применением упорного и вращающегося центров, поводкового патрона и люнета. Центровые гнезда на заготовке образуют две двойные направляющие базы, пятая степень свободы ликвидируется упором центрового гнезда заготовки в центр, а шестая — хомутиком, соединенным с заготовкой силами трения и упирающимся в поводковый патрон.

3.2. Принципы постоянства базы и совмещения баз

При изготовлении детали часто выполняется большое число операций механической обработки, и на каждой из них возникают погрешности. В ряде случаев эти погрешности могут превышать допускаемые значения. Для обеспечения требуемой точности механической обработки необходимо принять меры для уменьшения возникающих погрешностей. С этой целью и применяют принцип постоянства базы и принцип совмещения баз.

Принцип постоянства базы заключается в том, что при возможно большем числе операций используется одна и та же база. При этом на последующих операциях исключается влияние погрешностей взаимного расположения технологических баз на точность изготовления детали.

Принцип совмещения баз заключается в том, что в качестве технологических баз используются конструкторские и измерительные базы. При этом исключается влияние погрешностей взаимного расположения технологических и конструкторских или измерительных баз на точность изготовления детали.

Применение этих двух принципов создает условия для уменьшения погрешности при обработке.

3.3. Выбор баз

Правильный выбор баз имеет важное значение для получения деталей высокой точности при достаточно высокой производительности процесса резания. Правильно выбранная система баз должна обеспечить: требуемое положение заготовки при обработке, жесткое и надежное закрепление заготовки с учетом воздействия на нее сил и моментов резания, свободный доступ режущего инструмента к обрабатываемой поверхности и возможность выполнения необходимых измерений.

При выборе баз должны быть применены правило шести точек, принцип постоянства базы и принцип совмещения баз.

В качестве черновых баз используются поверхности заготовки, полученные отливкой, штамповкой, ковкой или при прокатке. Чистовыми базами служат обработанные поверхности. Для надежной установки и закрепления заготовки опорные точки должны отстоять друг от друга достаточно далеко. При недостаточно жестких заготовках применяются дополнительные регулируемые опоры.

Наиболее точное базирование при обработке валов обеспечивают центровые гнезда на торцах вала. В качестве чистовых баз при обработке втулок, дисков, зубчатых колес, шкивов и других подобных деталей используются цилиндрические поверхности основных отверстий, при этом установка и закрепление заготовки на станке производится с помощью оправки.

Базирование корпусных деталей (блок цилиндров, коробка передач, корпус заднего моста) осуществляется с использованием плоскости и двух точно обработанных технологических отверстий на ней. В качестве установочной технологической базы обычно принимается плоскость наибольшей протяженности, являющаяся и конструкторской базой. Линейная и угловая ориентация заготовки на этой плоскости производится с помощью двух пальцев (цилиндрического и ромбического), закрепленных на приспособлении (установочной плите), которые входят в технологические отверстия при установке заготовки.

Глава 4

ТОЧНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ



4.1. Погрешности обработки и их классификация

Точностью обработки называется степень приближения действительных значений размеров и геометрических параметров деталей к номинальным значениям, указанным в чертежах.

Погрешностью обработки называется разность между действительным и номинальным значениями размера или геометрического параметра.

Необходимые качества машины обеспечиваются изготовлением деталей и выполнением сборки с заданной точностью. Точность устанавливают, исходя из назначения деталей и сборочных единиц.

Неточность технологического оборудования, износ режущего инструмента, силовые и тепловые деформации системы СПИД (станок — приспособление — инструмент — деталь), неоднородность физико-механических свойств материала заготовок, остаточные напряжения, различные значения снимаемого припуска порождают отклонения указанных параметров от номинальных значений, в связи с чем возникают погрешности обработки.

Точность изготовления детали оценивается следующими параметрами: точностью размеров (размерная точность), отклонениями формы (геометрическая точ-

ность), точностью взаимного расположения поверхностей (пространственная точность). Точное изготовление детали обеспечивает создание требуемых зазоров в подвижных сопряжениях и натягов в неподвижных, что необходимо для нормальной работы машины.

Точность изготовления регламентируется допусками, определяемыми отклонениями, указанными на чертеже. Допуском называется разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами (или разность между верхним и нижним отклонениями).

Точность формы зависит от допускаемых значений отклонений формы (неплоскостность, выпуклость, вогнутость, нецилиндричность, овальность, конусность и т. д.). Точность взаимного расположения поверхностей определяется допускаемыми значениями отклонений от базовой поверхности или от номинального расположения, указанного на чертеже (отклонение от параллельности, от перпендикулярности, торцовое или радиальное биение, несоосность и т. д.).

Погрешности механической обработки подразделяются на систематические постоянные; систематические, изменяющиеся закономерно; случайные; грубые. Систематические постоянные погрешности создаются погрешностями станка (например, смещением оси шпинделя по отношению к направляющим станины), погрешностями приспособления (например, биением оправки, погрешностями расположения отверстий в кондукторе, смещением упорных штифтов), погрешностями режущего и мерительного инструмента и т. д.

Систематические погрешности, изменяющиеся закономерно, вызываются непрерывным износом режущего инструмента или станка, изменением температуры и др.

Под случайными погрешностями понимаются непостоянные по значению и знаку погрешности, причину возникновения которых установить заранее не представляется возможным.

Грубые погрешности (или промахи) могут возникнуть как результат неправильной установки режущего инструмента либо неправильного использования мерительного инструмента и т. д.

Для принятия мер по уменьшению погрешностей необходимо знать причины их возникновения. Это затрудняется тем, что при изготовлении деталей ошибки суммируются. При расчете систематические постоянные

погрешности суммируются алгебраически с учетом их знака, случайные погрешности суммируются по правилу квадратного корня:

$$\Delta = \pm \sqrt{K_1 \Delta_1^2 + K_2 \Delta_2^2 + K_3 \Delta_3^2 + \dots + K_m \Delta_m^2},$$

где $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \dots, \Delta_m$ — составляющие погрешности обработки, возникающие под действием различных технологических факторов;

$K_1, K_2, K_3, \dots, K_m$ — коэффициенты, зависящие от закона распределения составляющих погрешностей.

Например, при нормальном законе распределения $K=1$, при экспоненциальном (равной вероятности) $K=1,7$.

Общая погрешность обработки определяется по формуле

$$\Delta_0 = \Delta_c \pm \Delta,$$

где Δ_c — алгебраическая сумма систематических погрешностей.

Причины возникновения систематических погрешностей могут быть выявлены и устранены. Причины возникновения случайных погрешностей неизвестны, но может быть установлен закон распределения этих погрешностей. Поскольку размеры деталей, получаемые в результате механической обработки, зависят от погрешностей, то и размеры деталей являются величинами случайными (в известных пределах, зависящие от точности обработки).

Путем статистической обработки результатов измерений партии деталей (50—100 шт.) определяются закономерности появления деталей с различными отклонениями. Результаты измерений изображаются в виде кривых распределения размеров. Для кривых нормального распределения $K=1$. Кривые распределения размеров используются для определения экономической точности изготовления при различных методах обработки, выбора соответствующего метода обработки, определения изменений размеров изготавливаемых деталей в процессе эксплуатации станка и инструмента, определения процента возможного брака в различных производственных условиях. Для изготовления годных деталей не-

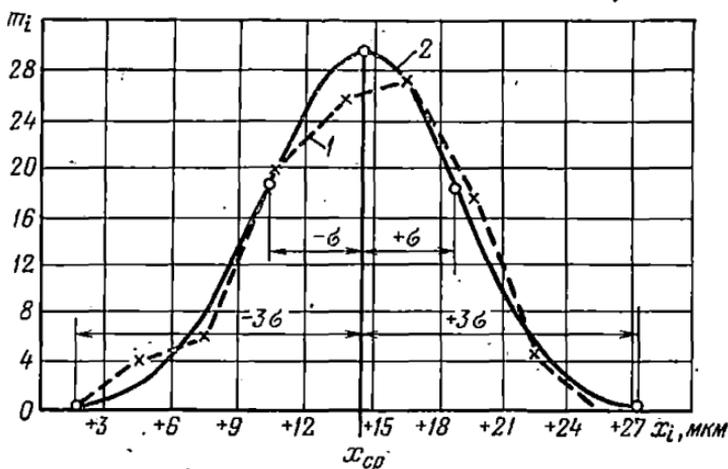


Рис. 5. Кривые эмпирического (1) и теоретического (2) нормального распределения отклонений от номинального размера:

m_i — частота; x_i — отклонение от номинального размера; x_{cp} — среднее арифметическое значение отклонений.

обходимо выдержать условие

$$\delta \geq \pm 3\sigma,$$

где δ — допуск на изготовление детали;

σ — среднее квадратическое отклонение от среднего значения диаметра D_{cp} .

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}}$$

Здесь $\Delta_1 = D_1 - D_{cp}$; $\Delta_2 = D_2 - D_{cp}$; ... $\Delta_n = D_n - D_{cp}$. D_1, D_2, \dots, D_n — действительные размеры.

В качестве примера на рисунке 5 показаны кривые нормального распределения, полученные при шлифовании отверстия в размер $55^{+0,03}$ мм (при выборке 80 шт.).

4.2. Влияние различных технологических факторов на точность обработки

Точность обработанной детали зависит от большого числа факторов; основные из них следующие:

- 1) точность станка, приспособления, режущего и вспомогательного инструмента;
- 2) точность методов и средств измерений;
- 3) жесткость системы СПИД: станок — приспособление — инструмент — деталь (заготовка);
- 4) точность настройки станка;

- 5) погрешность заготовки;
- 6) погрешность установки заготовки на станке;
- 7) погрешности от деформаций, вызванных перераспределением внутренних напряжений;
- 8) температурные деформации инструмента, станка и заготовки.

Точность станка. Различают геометрическую и кинематическую точность станка. Геометрическая точность определяется при ненагруженном станке и медленном перемещении его частей. При проверке выявляются конусность, биение, износ и другие погрешности. Кинематическая точность станка (точность кинематических цепей) влияет на обеспечение точности шага резьбы, шага зубчатых колес, угла подъема винтовой линии и пр. По точности различают станки общего назначения и станки повышенной точности. Системой планово-предупредительного ремонта предусмотрено сохранение точности станков в процессе эксплуатации.

Погрешности станка отражаются на точности обработки деталей (биение шпинделя вызывает овальность у обрабатываемой детали, непараллельность оси шпинделя направляющим станины — конусообразность и т. д.). Радиальное биение шпинделей токарных и фрезерных станков допускается в пределах до 0,01—0,015 мм, непараллельность оси шпинделя направлению движения суппорта на длине 300 мм в вертикальной плоскости — до 0,02—0,03 мм, а в горизонтальной — до 0,01—0,015 мм. При нагружении станка усилиями резания кинематическая неточность снижается вследствие одностороннего выбора зазоров в соединениях. По мере износа станка в процессе эксплуатации погрешности обработки увеличиваются.

Точность приспособления. Приспособления изготавливаются с учетом требуемой точности детали. При обработке детали по 6—9 квалитетам допуски на точные размеры деталей приспособления назначают в пределах $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ допуска на размеры детали при более грубой обработке можно принимать $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}$ допуска. Износ приспособлений приводит к дополнительным погрешностям обработки. Неточность установки приспособлений на станке также является причиной появления погрешностей при обработке.

Точность режущего и вспомогательного инструмента. Этот фактор сказывается как влиянием допусков

на изготовление режущего инструмента (сверла, зенкеры, развертки, метчики, протяжки), так и в связи с износом инструмента в процессе работы. Точность и жесткость вспомогательного инструмента (державок, конусных переходных втулок, обеспечивающих центрирование инструмента) влияют и на точность обработки.

Точность методов и средств измерений. Контроль размеров изготавливаемых деталей при крупносерийном и массовом производствах осуществляется предельными калибрами. При мелкосерийном и единичном производствах обычно пользуются универсальным измерительным инструментом, применение которого требует более высокой квалификации рабочего, затрат большего времени на процесс измерения и создает условия для возникновения большей погрешности, чем применение предельных калибров. Погрешности при измерениях возникают в связи с неточностью самого измерительного инструмента в связи с возможными погрешностями отсчета и под влиянием колебаний температуры в цехе и температуры обрабатываемой детали.

Измерительные средства должны выбираться с учетом допускаемых погрешностей измерений, которые находятся в пределах $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ допуска проверяемого размера для деталей 5—8 квалитетов, и $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{6}$ для деталей 9—16 квалитетов.

Жесткость системы СПИД. Станок, приспособление, инструмент и деталь (заготовка) образуют систему, которая под действием сил резания упруго деформируется. Величина деформации зависит от силы резания и от жесткости системы. Неравномерное распределение припуска на поверхности заготовки, эксцентричное положение заготовки, неравномерная твердость обрабатываемого материала, большая длина детали и режущего инструмента способствуют увеличению деформации системы СПИД.

Часто в жесткости системы СПИД одно из звеньев играет решающую роль. Так, при обработке длинных валов жесткость токарного станка имеет второстепенное значение, решающим является прогиб заготовки. При фрезеровании цилиндрической фрезой и при обработке корпусных деталей на расточных станках жесткость деталей обычно велика, наибольший прогиб имеет оправка или бортштанга. При выполнении сверлиль-

ных работ жесткость сверла намного меньше жесткости детали. Жесткость системы СПИД часто является фактором, ограничивающим режим обработки. С увеличением жесткости системы могут быть повышены производительность и точность обработки.

Погрешности, возникающие в результате упругих деформаций системы СПИД, могут достигать 20—80% от суммарной погрешности обработки.

Наиболее существенное влияние на размер обрабатываемой детали оказывают перемещения звеньев СПИД в направлении, нормальном к обработанной поверхности, которые в основном обусловлены действием радиальной составляющей силы резания P_y . Поэтому жесткостью системы СПИД принято называть отношение составляющей силы резания P_y к смещению лезвия инструмента Y_c относительно детали, отсчитываемому по нормали к обработанной поверхности, при действии всех составляющих силы резания. Жесткость (в Н/мкм) определяется по формуле

$$\gamma_c = \frac{P_y}{Y_c}.$$

Величина, обратная жесткости, называется податливостью ω системы СПИД и выражается в мкм/Н:

$$\omega = \frac{1}{\gamma_c}.$$

Для определения жесткости станка применяется так называемый производственный метод испытаний. С целью создания деформации станка при различных силах резания и определения зависимости между ними производится обтачивание заготовки со ступенчатым припуском. При этом используется система, в которой жесткость резца, центров или патрона и заготовки значительно превосходят жесткость станка.

Точность настройки станка. Обработка деталей может выполняться методом пробных проходов и методом автоматического получения заданного размера. В последнем случае размеры партии деталей получаются в результате предварительной настройки станка.

При обработке деталей методом автоматического получения размеров по мере износа инструмента изменяются и размеры деталей. Схема изменения размеров деталей в процессе работы станка с учетом износа режущего инструмента (без брака за время t) показана на

увеличивают рассеивание размеров детали из-за появления неравномерных припусков, которые вызывают переменные деформации элементов СПИД. В этом случае происходит копирование погрешности в определенном масштабе.

Погрешность закономерно уменьшается после каждого технологического перехода.

Значение погрешности, вызываемое неравномерным припуском на обработку, определяется по формуле

$$\Delta_c = Y_{\max} - Y_{\min} = \omega (P_{y \max} - P_{y \min}),$$

где Y_{\max} и Y_{\min} — наибольшая и наименьшая упругие деформации (отжатия) элементов системы СПИД.

Погрешность установки заготовки на станке. Эта погрешность вызывается действием нескольких факторов и определяется суммой погрешностей: базирования Δ_b закрепления Δ_z и приспособления $\Delta_{пр}$. В связи с тем, что указанные погрешности могут иметь различные направления в пространстве и носят случайный характер, их результирующая — погрешность установки — определяется по формуле

$$\Delta_y = \sqrt{\Delta_b^2 + \Delta_z^2 + \Delta_{пр}^2}.$$

Погрешность базирования Δ_b возникает вследствие несовмещения установочной технологической базы с измерительной при обработке методом автоматического получения размера. Эта погрешность равна разности предельных расстояний между измерительной и установочной поверхностями в направлении выдерживаемого размера.

На рисунке 7 показана схема обработки уступа призматической детали при базировании по двум плоскостям. Если при обработке уступа заданы и выдерживаются размеры A и B , то погрешности базирования для этих размеров равны нулю, так как измерительные базы совпадают с установочными. Для размеров же C и D погрешности базирования имеют место, так как измерительные и установочные базы не совпадают. Для размера C погрешность базирования $\Delta_b = \delta_H$ — допуску на размер H , для размера D погрешность базирования $\Delta_b = \delta_E$ — допуску на размер E .

На рисунке 8 показаны два варианта базирования поршня двигателя при растачивании отверстия в бобышке под поршневой палец режущим инструментом, пред-

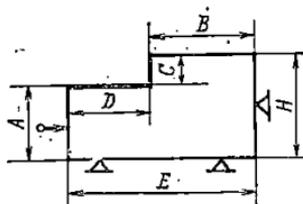


Рис. 7. Схема обработки уступа призматической детали при базировании по двум плоскостям.

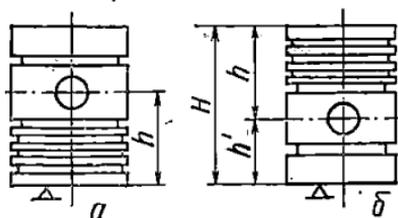


Рис. 8. Возможные варианты базирования поршня при растачивании отверстия под поршневой палец; а — измерительная и установочная базы совпадают; б — измерительная и установочные базы не совпадают.

варительно настроенным на заданный размер. При обработке необходимо обеспечить точное получение размера h . Когда измерительная и установочная базы совпадают (рис. 8, а), погрешность базирования равна нулю. В ином случае (рис. 8, б) размер h получается как разность размеров $H - h'$, и погрешность базирования равна допуску δ_H .

При базировании детали на цилиндрической оправке (с упором в торец) с зазором (рис. 9) погрешность базирования численно равна половине зазора.

Погрешность базирования в совокупности с другими погрешностями не должна превышать допуска на размер детали (во избежание брака).

Погрешность закрепления Δ_3 определяется предельными положениями заготовки, вызываемыми действием зажимных сил. Она возникает в процессе закрепления заготовки в приспособлении в связи с коле-

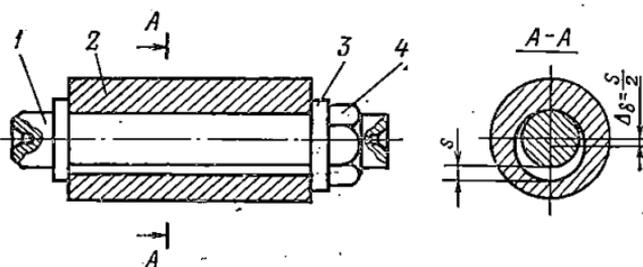


Рис. 9. Схема образования погрешности базирования при установке заготовки на цилиндрической оправке с зазором:

s — зазор; Δ_3 — погрешность базирования; 1 — центровая цилиндрическая оправка; 2 — заготовка (штулка); 3 — быстросменная шайба; 4 — зажимная гайка.

банием значений контактных деформаций в стыке заготовка — опоры приспособления.

Погрешность приспособления $\Delta_{пр}$ возникает в результате неточности его изготовления и износа при эксплуатации. Она оказывает влияние на положение детали относительно режущего инструмента и на направление режущего инструмента. Трехкулачковый самоцентрирующий патрон допускает погрешность 0,05—0,1 мм, зажимная цапга — 0,02—0,04 мм, цилиндрическая оправка — 0,005—0,01 мм.

Погрешности от деформаций, вызванных перераспределением внутренних напряжений, возникают, если в обрабатываемой заготовке имеются остаточные напряжения, т. е. напряжения, существующие при отсутствии каких-либо внешних воздействий на заготовку. Остаточные напряжения появляются в процессе получения заготовок литьем, ковкой, штамповкой или прокаткой. Обычно эти напряжения взаимно уравниваются и внешне не проявляются. При нарушении равновесия, например, при снятии слоя металла происходит перераспределение остаточных напряжений, в результате чего заготовка деформируется. Для уменьшения остаточных напряжений в литых заготовках конструктивную форму детали разрабатывают с учетом создания условий равномерного остывания всех частей заготовки. Для ликвидации остаточных деформаций процесс обработки резанием разделяют на несколько операций с возможно большим интервалом времени между черновыми и чистовыми операциями. Для уменьшения остаточных напряжений в заготовках применяют искусственное или естественное старение металла.

Температурные деформации инструмента, станка и заготовки очень сложны и мало изучены. Они могут вызывать погрешности в 10—40% от суммарной погрешности. Под действием изменения температуры в элементах системы СПИД нарушается взаимное положение и размеры частей станка, заготовки и инструмента. Для уменьшения влияния температурных деформаций на точность обработки изготовление деталей особо точных станков производится в термоконстантных цехах.

Суммарная погрешность при механической обработке возникает в результате совокупного действия всех технологических факторов, создающих отдельные погрешности. В связи со случайным характером факторов,

влияющих на значение и направление погрешностей, суммарная погрешность будет носить также случайный характер. Погрешности могут складываться, вычитаться или взаимно компенсироваться, поэтому часто результаты, полученные на основании аналитического метода расчета, не совпадают с экспериментальными данными.

В общем виде суммарную погрешность рассматривают как сумму отдельных погрешностей.

Выпуск годных деталей будет обеспечен при условии, что суммарная погрешность не приводит к получению размеров детали за пределами поля допуска ($\Delta_{\Sigma} \leq \delta$).

4.3 Экономическая точность обработки

При обработке на металлорежущих станках различают точность достижимую и точность экономическую для данного метода обработки и типа станка.

Достижимой называется максимальная точность, которая может быть получена при обработке заготовки без ограничения времени рабочим высокой квалификации. Достижение такой точности вызывает чрезмерно большие затраты, так как требует использования специальных приемов, особо тщательной подготовки режущего инструмента, повышенного внимания и большого опыта рабочего, поэтому с повышением точности обработки стоимость ее быстро возрастает.

Для каждого метода обработки существуют определенные пределы точности, которые ограничивают экономическую целесообразность его применения. Эти пределы зависят и от типа применяемого оборудования. На рисунке 10 показаны зависимости стоимости обработки от допускаемой погрешности при разных

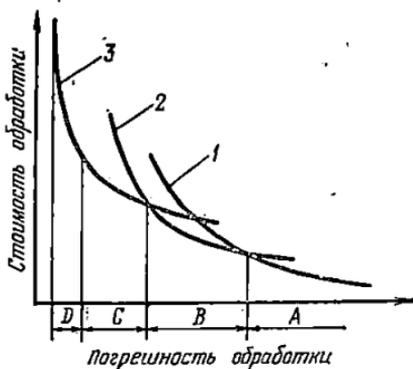


Рис. 10. Зависимость стоимости обработки от допускаемой погрешности при различных методах обработки отверстия:

1 — сверление; 2 — зенкерование; 3 — развертывание. Зоны экономической точности: А — сверление; В — зенкерование; С — развертывание; D — достижимая точность при развертывании.

методах обработки. Участки *A*, *B* и *C* определяют зоны экономической точности обработки для соответствующего метода.

Экономической называется точность при заданном методе обработки на рассматриваемом оборудовании рабочим соответствующей квалификации при обеспечении высокой производительности труда и стоимости обработки, не превышающей стоимости обработки при других возможных методах.

Глава 5

КАЧЕСТВО ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ



5.1. Понятие о качестве обработанной поверхности

Качество обработанной поверхности характеризуется точностью ее геометрических параметров и физико-механическими свойствами поверхностного слоя.

Точность геометрических параметров определяется отклонением формы, отклонением расположения поверхности, шероховатостью и волнистостью. Под отклонением формы понимается отклонение формы действительной поверхности (или профиля) от формы номинальной поверхности (профиля), заданной чертежом. Она может оцениваться для цилиндрических поверхностей такими показателями, как некруглость, овальность, огранка, бочкообразность, конусообразность и другими; для плоских поверхностей — неплоскостностью и непрямолинейностью.

Отклонением расположения поверхностей детали называется отклонение от номинального расположения рассматриваемой поверхности, ее оси или плоскости симметрии относительно баз или отклонение от номинального взаимного расположения поверхностей. К основным видам отклонений расположения поверхностей относятся непараллельность и перекос осей, торцовое и радиальное биения и отклонение от соосности.

Точность геометрической формы и расположения поверхностей характеризуется предельными отклонениями, назначаемыми при наличии особых требований, предъявляемых условиями работы, изготовлением или измерениями деталей. Во всех остальных случаях откло-

нения формы и расположения поверхностей должны находиться в пределах поля допуска соответствующего размера.

Шероховатость поверхности — это совокупность неровностей, образующих микрорельеф поверхности детали. Она возникает главным образом вследствие пластической деформации поверхностного слоя заготовки при ее обработке из-за неровностей режущих кромок инструмента, трения, отрывания частиц материала от поверхности заготовки, вибрации заготовки и инструмента и т. п. Шероховатость поверхности влияет на эксплуатационные свойства деталей и узлов машин — износостойкость трущихся поверхностей, усталостную прочность, коррозионную устойчивость, сохранение натяга при неподвижных посадках и т. п. Требования к шероховатости поверхности устанавливаются, исходя из функционального назначения поверхностей деталей и их конструктивных особенностей.

Действующая система оценки шероховатости включает комплекс параметров профиля, способствует установлению обоснованных требований для поверхностей различного эксплуатационного назначения. При определении числовых значений шероховатости поверхности отсчет производится от единой базы, за которую принимается средняя линия профиля. Измерения ведутся в пределах базовой длины, т. е. длины участка поверхности, выбранного для измерения шероховатости без учета других видов неровностей (например, волнистости), имеющих больший шаг. Числовые значения базовой длины выбираются из ряда: 0,01; 0,03; 0,08; 0,25; 0,8; 2,5; 8; 25 мм. Количественно шероховатость поверхности оценивается средним арифметическим отклонением профиля R_a , высотой неровностей профиля R_z по 10 точкам, наибольшей высотой неровностей профиля R_{max} , средним шагом неровностей, относительной опорной длиной профиля t_p и другими параметрами. Числовые значения параметров шероховатости, типы направлений неровностей поверхностей (параллельное, перпендикулярное, кругообразное и др.) установлены стандартом (ГОСТ 2789—73). Выбор параметров шероховатости поверхности зависит от конструкции деталей и функционального назначения их поверхностей. Например, для трущихся поверхностей ответственных деталей устанавливаются допустимые значения R_a (или R_z), R_{max} , t_p . Требования

к шероховатости поверхности указываются числовым значением (или диапазоном значений) одного или нескольких параметров и базовой длиной. Для неотчетливых поверхностей шероховатость определяется требованиями технической эстетики, коррозионной стойкости и технологией изготовления.

Так же, как и для точности обработки, существуют достижимая и экономическая шероховатости поверхности для каждого метода обработки. После приработки детали шероховатость поверхности изменяется по размеру, форме и направлению неровностей. Эти параметры шероховатости (эксплуатационной) обеспечивают минимальный износ и сохраняются в процессе длительной эксплуатации машины. Чем ближе начальные параметры шероховатости (технологической) к тем, какие образуются после периода приработки, тем меньше первоначальный износ деталей.

Волнистость поверхности занимает промежуточное положение между отклонениями формы и шероховатостью поверхности. Она проявляется в виде периодически повторяющихся возвышений с шагом, превышающим длину участка измерения шероховатости. Волнистость характеризуется высотой W_z и средним шагом S_w . Основное влияние на эксплуатационные качества поверхности оказывает высота волн.

В результате механической обработки на обработанной поверхности чаще всего образуется волнистость с высотой W_z в пределах 0,25—4 мкм и с шагом S_w до 10 мм.

Обычно волнистость не указывается на рабочих чертежах и учитывается допуском на размер.

Физико-механические свойства поверхностного слоя характеризуются микроструктурой поверхности, значением и знаком остаточных напряжений. Свойства поверхностного слоя отличаются от свойств основного металла потому, что при резании поверхностный слой подвергается пластическим и упругим деформациям и воздействию высоких температур. От физико-механических свойств поверхностного слоя зависят износостойкость, усталостная прочность и антикоррозионная стойкость детали.

5.2. Влияние технологических факторов на шероховатость поверхности

Шероховатость поверхности зависит от метода и режима обработки, геометрии и качества режущего инструмента, свойств обрабатываемого металла и смазочно-охлаждающих жидкостей, способа закрепления заготовки, вибраций, возникающих при обработке. Наиболее существенное влияние на шероховатость оказывают подача и скорость резания. На резце может образовываться нарост, срывающийся и вновь образующийся и увеличивающий шероховатость.

При обработке заготовок из мягкой малоуглеродистой стали получается более шероховатая поверхность, чем на деталях из твердой стали с большим содержанием углерода. Повышение содержания серы (автоматные стали) способствует получению менее шероховатой поверхности. Стали, имеющие мелкозернистую структуру, обрабатываются лучше, чем крупнозернистые. Увеличение зазоров в подшипниках шпинделя станка, неуравновешенность вращающихся деталей привода и станка увеличивают шероховатость. Применение в качестве смазывающей охлаждающей жидкости масла, в особенности осерненного (сульфофрезол), значительно снижает шероховатость. Пониженная шероховатость образуется при точении стали на малых скоростях (5—10 м/мин) с резцами из быстрорежущей стали и с применением смазочно-охлаждающей жидкости, а также при больших скоростях резания (свыше 70 м/мин) при обработке сталей резцами, оснащенными пластинками твердого сплава. Точение на средних скоростях резания (20—50 м/мин) создает повышенную шероховатость главным образом в связи с образованием нароста на передней поверхности резца.

С увеличением подачи шероховатость возрастает. Глубина резания существенного влияния на шероховатость не оказывает. При обработке заготовок недостаточной жесткости и на изношенных станках шероховатость повышается в связи с вибрациями, возникающими при резании. С целью понижения шероховатости применяются такие финишные операции, как суперфиниширование, хонингование и т. д. Высокий эффект дает применение поверхностного пластического деформирования путем накатывания шариками или роликами.

5.3. Выбор метода окончательной обработки и контроль качества обработанной поверхности

Метод окончательной обработки зависит от технических требований, предъявляемых к готовой детали (точность размеров, шероховатость поверхности, допускаемые отклонения формы и взаимного расположения поверхностей, твердость поверхностей). С учетом этих тре-

ТАБЛИЦА 1

Экономические точность и шероховатость поверхности при различных видах обработки

Вид обработки	Квалитеты точности обработки	Шероховатость поверхности, мкм
Обтачивание:		
черновое	14—12	$R_z=160-80$
получистовое	13—11	$R_z=80-20$
чистовое	10—8	$R_z=40-10$
тонкое	8—6	$R_a=1,25-0,63$
Растачивание:		
черновое	13—11	$R_z=80-40$
чистовое	10—8	$R_z=20-10$
тонкое	8—6	$R_a=1,25-0,63$
Фрезерование:		
черновое	13—11	$R_z=80-40$
чистовое	10—8	$R_a=1,25$
Сверление	13—11	$R_z=80-40$
Зенкерование	11—10	$R_z=40-20$
Развертывание:		
черновое	10—8	$R_a=2,5$
чистовое	8—7	$R_a=1,25-0,63$
Протягивание:		
черновое	11—10	$R_a=2,5$
чистовое	9—7	$R_a=1,25-0,63$
Шлифование		
черновое	10—8	$R_a=2,5-1,25$
чистовое	8—6	$R_a=1,25-0,63$
Хонингование		
черновое	9—7	$R_a=2,5-0,63$
чистовое	7—6	$R_a=0,63-0,08$
Суперфиниширование	6—5	$R_a=0,63-0,16$
Притирка	7—5	$R_a=0,63-0,04$
Полирование	7—5	$R_a=0,63-0,02$
Обкатывание, алмазное выглаживающее	9—6	$R_a=1,25-0,16$

бований окончательным методом обработки может быть черновая, чистовая или финишная обработка.

Черновой обработкой (точение, сверление, фрезерование) заканчивается изготовление поверхностей с шероховатостью $R_z=80-20$ мкм и точностью обработки по 11—14 квалитетам.

Чистовая обработка (точение, фрезерование, зенкование, развертывание, шлифование) применяется для получения поверхности с шероховатостью R_a от 2,5 до 0,8 мкм при 6—9 квалитетах точности.

При повышенных требованиях к точности и шероховатости поверхности после чистовой обработки выполняются финишные операции (тонкое шлифование, суперфиниширование, хонингование, полирование, притирка, выглаживание, накатывание и раскатывание).

Выбор метода окончательной обработки зависит также от размеров и формы детали.

Некоторые данные по выбору метода обработки приведены в таблице 1.

Контроль качества обработанной поверхности состоит из проверки шероховатости, твердости, отсутствия дефектов в виде микротрещин, прижогов и проверки отклонений формы и расположения поверхностей.

Шероховатость поверхности в производственных условиях проверяется сравнением с образцами шероховатости, обработанными тем же методом или при помощи специальных приборов.

Твердость поверхности определяется твердомерами или приборами ПМТ (для измерения микротвердости).

Ответственные детали подвергаются контролю на отсутствие микротрещин, для чего используются методы магнитной, цветной или люминесцентной дефектоскопии.

Контроль отклонений формы и расположения поверхностей осуществляется поэлементно с использованием универсальных измерительных средств (индикаторные головки, микрометры, щупы, поверочные линейки) и приспособлений (призмы, центры, цилиндрические контрольные оправки и скалки). Кроме того, могут быть использованы калибры и шаблоны.

Во многих случаях контролируемые параметры проверяются выборочно с учетом технологии применяемой обработки.

Раздел второй

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Глава 1

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ



1.1. Методы построения технологических процессов

Основными задачами проектирования технологического процесса механической обработки являются установление методов и средств обработки с целью изготовления деталей соответствующего качества, удовлетворяющих требованиям чертежа и технических условий, при минимальных затратах и в установленные сроки. Таким образом, должны быть соблюдены как технический, так и экономический принципы. Для оптимального решения разрабатываются различные варианты технологических процессов, из которых выбирается наиболее производительный и экономичный.

Технологические процессы разрабатываются при организации новых и реконструкции старых заводов и цехов, а также при получении заказов на производство новых изделий на существующих предприятиях.

При проектировании нового предприятия технологический процесс является основой для разработки проекта, приобретения оборудования, определения производственных площадей, количества и квалификации рабочих, назначения транспортных средств, установлений себестоимости продукции и решения других технико-экономических и организационных вопросов.

При реконструкции предприятия на основе технологического процесса определяются возможность использования уже имеющегося оборудования, потребность в приобретении нового, необходимость изменения произ-

водственных площадей, состава рабочих и производится расчет технико-экономических показателей.

При подготовке к выполнению новых заказов по данным технологической документации устанавливаются: оборудование, подлежащее использованию, его грузка, специальности и квалификация рабочих, необходимая оснастка, себестоимость изделий и т. д.

Разработанные технологические процессы являются исходными материалом для календарного и оперативного планирования, технического контроля, организации снабжения, ведения инструментального хозяйства, загрузки транспортных средств. Данные технологического процесса используются для уточнения типа производства, определения размеров партий, метода изготовления заготовок, уточнения технических условий на их изготовление, определения такта выпуска изделий.

Технологические процессы разрабатываются отдельно на изготовление заготовок, механическую и термическую обработку, сборку узлов и машин, включая обкатку, окраску и испытания.

В зависимости от стадии разработки конструкторской и технологической документации различают проектный технологический процесс, выполняемый по предварительному проекту технологической документации, и рабочий, выполняемый по рабочей технологической и конструкторской документации. Метод организации технологического процесса может быть единичным или типовым. По степени детализации разработки различают маршрутную, подетальную и операционную технологическую документацию.

При разработке технологических процессов придерживаются принципа концентрации либо дифференциации операций. В первом случае в одну операцию включается возможно больший объем обработки; применяются станки со сложной настройкой, большим числом инструментов и приспособлений, многошпиндельные и многопозиционные станки. Во втором случае операции содержат простые и легко выполнимые работы с небольшим количеством технологических переходов; число операций, станков и рабочих мест при этом увеличивается.

Применение принципа концентрации операций позволяет осуществлять большой объем работ и выпуск большого количества продукции при использовании малых производственных площадей и при небольшом числе

рабочих. Однако настройка станков и управление ими при этом усложняются. Требуются высококвалифицированные рабочие и хорошо организованное инструментальное хозяйство.

Применение принципа дифференциации операций дает возможность выполнения работы на простом оборудовании, при использовании рабочих низких квалификаций, но требует больших производственных площадей и большого числа рабочих. При проектировании технологических процессов в единичном и мелкосерийном производстве рекомендуется следующее:

1) применять заготовки с минимальными припусками;

2) применять скоростное и силовое резание с целью интенсификации процесса обработки;

3) использовать установочные и зажимные приспособления, позволяющие сократить вспомогательное время;

4) стремиться к максимальному сокращению обработки и сборки путем использования станочного оборудования;

5) применять групповую настройку станков, использовать переменнo-поточные и групповые поточные линии;

6) организовать обработку деталей на предметно-замкнутых участках.

При проектировании технологических процессов в крупносерийном и массовом производстве рекомендуется:

1) с учетом конструкции, размеров и материала деталей выбирать наиболее высокопроизводительный метод изготовления заготовки (горячая штамповка, изготовление на горизонтально-ковочных машинах, отливка в оболочковые формы, отливка под давлением и др.);

2) использовать принцип концентрации операций — вести обработку одновременно несколькими инструментами на револьверных и агрегатных станках, многолезвковых полуавтоматах и многошпиндельных автоматах;

3) применять высокопроизводительный многолезвийный инструмент, оснащенный пластинками твердых сплавов;

4) использовать такие прогрессивные методы обработки, как протягивание, бесцентровое шлифование, накатывание резьбы, раскатывание отверстий и т. д.;

5) оснащать станки быстродействующими приспособлениями с пневматическими и гидравлическими зажимами, использовать многоместные приспособления;

6) стремиться к всемерной механизации слесарно-сборочных работ;

7) широко применять поточные и автоматические линии;

8) автоматизировать контроль размеров деталей на всех операциях технологического процесса.

1.2. Конструктивно-технологическая классификация деталей

Для совершенствования методов разработки технологических процессов, типизации процессов, оборудования и оснастки детали машин группируются по конструктивно-технологическим признакам и подразделяются на классы. Классификация деталей позволяет свести их к определенному числу групп, для которых разрабатывается минимальное количество технологических процессов, причем представляется возможным широко использовать типовые технологические процессы.

Основоположителем методов типизации технологических процессов и конструкторско-технологической классификации деталей является профессор А. П. Соколовский. Он предложил все детали разбить на 15 классов, которые, в свою очередь, разделить на подклассы, группы, подгруппы и виды. Внутри класса детали дифференцируются до такой степени, пока не окажутся настолько сходными, что на них может быть разработан типовой технологический процесс.

В различных отраслях машиностроения можно применять и другую классификацию деталей, учитывающую особенности номенклатуры выпускаемых изделий. В сельскохозяйственном машиностроении целесообразно использовать классификацию, предложенную профессором Ф. С. Демьянюком. Она содержит следующие шесть классов: круглые стержни, полые цилиндры, диски, корпусные детали, некруглые стержни и крепежные детали. В каждый из классов входят характерные типы деталей. Например, класс «круглые стержни» включает валы гладкие и ступенчатые, коленчатые, кулачковые, эксцентрикковые, с фланцами, шестернями, фасонными поверхностями, оси, пальцы и др.

1.3. Типизация технологических процессов и групповые наладки станков

Принцип типизации технологических процессов заключается в том, что на группу однотипных по конструктивно-технологическим признакам деталей (валы, шестерни и т. п.) разрабатывается один общий технологический процесс. Карта типового технологического процесса предусматривает соответствующие отличия в оснастке и нормах времени для каждой детали, входящей в рассматриваемую группу.

Типизация технологических процессов создает предпосылки для ускорения их разработки вплоть до автоматизации с применением вычислительной техники; при этом сокращаются объем разработки и количество технологических документов. Типизация дает возможность специализировать оборудование для выполнения узкого круга технологических операций, сократить номенклатуру применяемой технологической оснастки и уменьшить затраты на ее изготовление. Упрощается и организация работ по изготовлению деталей, создается возможность организации отдельных специализированных производств (цехов, заводов, комбинатов).

Основой для разработки типового технологического маршрута является «типовой представитель» группы деталей, обладающий наиболее характерными конструктивно-технологическими признаками, обработка которого требует наибольшего числа основных и вспомогательных операций, характерных для этой группы. Типовой технологический маршрут может быть использован при всех типах и формах организации производства.

Метод групповой наладки станков при обработке типовых деталей является одним из методов реализации типовых технологических процессов. Он предусматривает разработку одного технологического процесса и общей оснастки для группы деталей с целью обработки их на одном и том же оборудовании. При группировании деталей, имеющих конструктивное и технологическое сходство, за основу принимается условная (либо реальная) комплексная деталь, которая содержит все геометрические элементы и поверхности, встречающиеся в деталях данной группы.

Каждый станок настраивается с учетом необходимости обработки всех деталей группы. При обработке од-

ной партии деталей часть инструментов, установленных на станке, не используется и вводится в действие при обработке партии других деталей группы. Таким путем сокращается время на перенастройку станка при переходе с партии одних деталей на партию других. Метод групповой наладки станков экономически целесообразно применять в серийном производстве, когда на станке обрабатываются партии различных деталей.

В массовом производстве на станке обрабатываются одна-три детали, и длительное время нет необходимости его перенастраивать. В мелкосерийном производстве, когда партии деталей не повторяются, применение групповой наладки станков нецелесообразно.

Глава 2

ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ



2.1. Техническая норма времени и ее составляющие элементы

Задача технического нормирования — установление технически обоснованных норм времени на выполнение технологических операций. Технические нормы времени должны иметь прогрессивный характер, предусматривать рациональное использование оборудования и оснастки, применение высокопроизводительных режимов резания и приемов труда. Технически обоснованные нормы времени способствуют повышению производительности труда и улучшению организации производства.

Норма штучного времени, т. е. времени, необходимого для обработки детали на данной технологической операции, определяется по формуле

$$t_{шт} = t_0 + t_B + t_{об} + t_{от},$$

где t_0 — основное технологическое время, затрачиваемое непосредственно на резание;

t_B — вспомогательное время, затрачиваемое на установку, закрепление и снятие заготовки и на действия, связанные с обеспечением выполнения работ в течение перехода: подвод и отвод инструмента или заготовки, смену инструмента, управление станком, производство измерений;

$t_{об}$ — время на организационное и техническое обслуживание рабочего места;

$t_{от}$ — время на перерывы в работе для отдыха и личных надобностей.

В норме штучного времени объединяют следующие элементы:

$t_{об} + t_{в} = t_{оп}$ — оперативное время;

$t_{об} + t_{от} = t_{доп}$ — дополнительное время.

Дополнительное время определяется в процентах от оперативного:

$$t_{доп} = (t_{о} + t_{в}) \frac{K_d}{100},$$

где K_d — число процентов, оценивающее долю дополнительного времени.

В тех случаях, когда в связи со сменой работы необходимо ознакомиться с новыми чертежами, технологическими картами, получить инструмент, приспособления, произвести переналадку станка, принять участие в производственном инструктаже на рабочем месте и по завершении обработки сдать технологическую оснастку и обработанные заготовки (единичное и мелкосерийное производства), на партию деталей для этой цели выделяется подготовительно-заключительное время $t_{п.з}$, а оплата стоимости технологической операции производится исходя из штучно-калькуляционного времени $t_{ш.к}$, определяемого по формуле

$$t_{ш.к} = t_{ш} + \frac{t_{п.з}}{N},$$

где N — число деталей в обрабатываемой партии.

На основании нормы времени определяется норма выработки, представляющая собой число деталей, которое должно быть обработано в единицу времени. Различают норму выработки в час и норму выработки в смену, которые определяются по формулам

$$Q_{ч} = \frac{60}{t_{ш}}; \quad Q_{см} = \frac{60 T_{см}}{t_{ш}},$$

где $T_{см}$ — продолжительность рабочей смены в часах.

В купносерийном и массовом производствах широкое применение находит многоинструментная обработка, которая способствует высокой производительности труда. Особенности ее заключаются в том, что режимы резания

могут ограничивать жесткость заготовки и что необходимо обеспечить достаточно большой период стойкости всего режущего инструмента. При определении нормы времени для многоинструментальной обработки основное технологическое время рассчитывается по времени рабочего хода лимитирующего суппорта.

При многостаночной работе, когда обработка ведется одновременно на нескольких станках, учитывается суммарное неперекрывающееся время в течение одного цикла многостаночной работы. Циклом многостаночной работы называется период времени, в течение которого выполняются периодически повторяющиеся работы на всех станках, обслуживаемых одним рабочим. Если на каждом станке обрабатывается по одной заготовке, то в течение цикла изготавливается количество деталей, равное числу обслуживаемых станков. Расчет нормы времени производится на основании данных предварительно построенной циклограммы многостаночной работы, в которой последовательно указывается чередование основного и вспомогательного времени (перекрываемого и неперекрываемого) на каждом из работающих станков.

2.2. Определение элементов штучного времени

Основное технологическое время (в мин) определяется расчетом по общей формуле

$$t_0 = \frac{L_p i}{ns},$$

где L_p — расчетная длина хода с учетом пути врезания и выхода инструмента, мм;

i — число рабочих ходов;

n — частота вращения (детали или режущего инструмента), об/мин;

s — подача (детали или режущего инструмента), мм/об;

ns — минутная подача или скорость перемещения инструмента в направлении подачи, мм/мин.

Расчетная длина прохода состоит из трех элементов:

$$L_p = L + l_1 + l_2,$$

где L — длина обрабатываемой поверхности;

l_1 — длина пути врезания;

l_2 — длина выхода инструмента.

При применении метода обработки, для которого основное технологическое время не может быть определено расчетом (хонингование, притирка, шевингование, шабрение, ручное опилование и т. п.), значение t_0 устанавливается экспериментально или на основании заранее подготовленных нормативов с учетом длины, диаметра или площади обрабатываемой заготовки, предъявляемых технических требований на обработку (точность, шероховатость поверхности и пр.) и припуска.

Вспомогательное время — это время, затрачиваемое на установку и снятие заготовки и на действия, связанные с технологическим переходом. Время на установку, выверку, закрепление и снятие заготовки назначается с учетом объема и характера выполняемой работы, размеров станка, массы и размеров заготовки по нормативам, принятым в отрасли. Так, при выполнении токарных работ на установку и закрепление заготовки массой 3—10 кг может назначаться следующее время в зависимости от способа установки:

в центрах с хомутиком	0,3—0,6 мин
в трехлапчатом патроне	0,6—2,2 »
в центрах с лонетом	1,4—5,5 »
на планшайбе	2—7,5 »

На вспомогательный ход инструмента при обработке на токарных станках с высотой центров 200 мм затрачивается такое время:

обтачивание по 9 качеству точности . . .	0,8 мин
обтачивание по 11 качеству точности . . .	0,5 »
снятие фасок	0,07 »
нарезание резьбы резцом	0,04 »
нарезание резьбы метчиком или плашкой . . .	0,2 »
сверление и центрование	0,6 »

При работе на сверлильных станках со сверлом диаметром до 12 мм вспомогательное время на вспомогательный ход принимается равным:

сверление по разметке	0,16 мин
сверление по кондуктору	0,14 »
рассверливание	0,12 »
развертывание	0,14 »

Время на техническое и организационное обслуживание рабочего места (дополнительное время), определяемое в процентах от оперативного времени, назначается с учетом характера выполняемой работы. Для работ с

большой затратой физической силы и для работ, требующих тщательного внимания, напряжения и сосредоточенности, значение $t_{доп}$ выше, чем для работ простых, с большой долей машинного времени, когда обработка ведется автоматически (обтачивание длинных валов, фрезерование больших площадей). При расчете $t_{доп}$ обычно принимают: $K_d=7-10\%$ в крупносерийном и массовом производствах; $K_d=6-8\%$ в серийном и мелкосерийном производствах.

Подготовительно-заключительное время назначается на партию обрабатываемых заготовок для ознакомления с предстоящей работой, на чтение чертежа и получение инструктажа от мастера, наладку оборудования (перенастройку станка), смену приспособлений, получение из инструментальной кладовой комплекта режущего инструмента, выполнение пробной работы и т. п. Подготовительно-заключительное время зависит от типа станка и характера работы.

При обработке на токарных станках с высотой центров 200 мм может назначаться такое подготовительно-заключительное время:

простая настройка (изготовление болтов, гаек, втулок, гладких валиков)	5 мин
настройка средней сложности (изготовление ступенчатых валиков, фланцев)	10 »
сложная настройка (обработка корпусных деталей)	14 »

Подготовительно-заключительное время при обработке на сверлильных станках и установке:

в трехкулачковом патроне	4 мин
в тисках	5 »
в приспособлении с креплением к столу	8 »
на столе без крепления	2 »
на столе с креплением	4 »

2.3 Методы определения нормы времени

Требования к точности определения нормы времени на операцию зависят от типа производства. Наиболее точно определяется норма времени на операцию при массовом производстве, менее точно при серийном и приближенно при единичном и мелкосерийном с широкой номенклатурой работ.

Определение норм времени на операцию может проводиться следующими методами:

расчетно-аналитическим методом, который применяется для станочных и сварочных работ при крупносерийном и массовом производствах; технические нормы времени определяются на основе расчетных данных основного технологического времени с учетом обоснованных норм вспомогательного времени;

исследовательским методом — для работ, выполняемых вручную (слесарно-сборочные, кузнечные и др.); технически обоснованные нормы времени определяются на основе данных хронометража и фотографии рабочего процесса;

методом сравнения, применяемым при единичном и мелкосерийном производствах; нормы времени определяются путем сравнения с другой подобной работой, на которую имеется технически обоснованная норма времени;

опытно-статистическим методом, при использовании которого норма времени определяется на основе опыта нормировщика с учетом результатов выполнения других аналогичных работ; метод является неточным и может привести к ошибкам.

При разработке технологических процессов механической обработки применяется расчетно-аналитический метод определения нормы времени, которая считается технически обоснованной. На некоторых финишных операциях (доводка, шевингование и некоторые другие) принимаются нормы времени по укрупненным показателям с использованием метода сравнения. Таким же методом определяется норма времени на работы, выполняемые при изготовлении экспериментальных образцов, сборке и разборке экспериментальных машин и т. д. Во многих случаях такие работы выполняются рабочими с повременной оплатой труда.

Для уточнения некоторых элементов технологического процесса и технической нормы времени на производстве проводится исследование, включающее хронометраж, фотографию рабочего процесса и фотографию рабочего дня. Хронометраж представляет собой исследование продолжительности отдельных элементов производственного или технологического процесса и рабочего времени при многократном их выполнении. Осуществляется с целью установления технически обоснованных

норм времени, их уточнения и совершенствования. При хронометраже изучаются элементы оперативного времени.

Фотография рабочего процесса (фотохронометраж) служит для анализа всех элементов рабочего времени — как оперативного, так и подготовительно-заключительного. Она охватывает длительное время производственного процесса без его повторения. Используется для обоснования норм рабочего времени в единичном и мелкосерийном производствах и изучения режима работы крупных агрегатов и рабочих бригад, обслуживающих эти агрегаты.

Фотография рабочего дня служит для изучения структуры рабочего времени в течение рабочего дня. В результате изучения потерь рабочего времени устраняются недостатки в организации производства. Данные фотографии рабочего дня применяются для установления норм подготовительно-заключительного времени.

Помимо исследовательских методов расчета норм времени, существуют также упрощенные методы с использованием технических норм времени на типовые детали и операции. Для этой цели составляются таблицы или графики норм на часто встречающиеся детали или элементы деталей (гладкие и ступенчатые валы, болты, шпильки, кольца, зубчатые колеса, поршни поршневые пальцы и пр.).

Непроизводительные затраты времени рабочего, вызванные организационно-техническими неполадками, нарушениями производственной дисциплины, неудовлетворительным материально-техническим снабжением, не входят в норму времени и оформляются соответствующими документами.

Глава 3

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ ДЕТАЛЕЙ И МАШИН



3.1 Понятие о технологичности конструкций

Технологичность конструкций — параметр, оценивающий машину (деталь) по возможности оптимального использования материалов, средств и времени при ее изготовлении и ремонте,

При оценке технологичности решаются следующие задачи: снижение массы и стоимости применяемых материалов, снижение трудоемкости обработки деталей и сборки машины, возможности использования средств механизации и автоматизации, использование стандартных и унифицированных деталей и элементов конструкций (резьб, шлицев, шпонок, и т. д.), уменьшение номенклатуры деталей, повышение ремонтпригодности, доступность узлов, агрегатов, машин для регулирования и их замены.

Технологичность конструкций обеспечивается применением следующих принципов: простота конструкции, малое число составляющих деталей и узлов; простые формы деталей и минимальная материалоемкость, максимальная унификация, нормализация и стандартизация деталей и узлов; возможность применения простых заготовок с минимальными припусками, использование проката, штамповок и т. д.; применение высокопроизводительных технологических процессов механической обработки; отсутствие завышенных требований к точности изготовления деталей и шероховатости поверхности; простота и экономичная сборка узлов и машины в целом. Все эти принципы должны использоваться без снижения качества машины, ее экономичности и надежности (долговечности и безотказности).

3.2. Показатели оценки технологичности

Технологичность конструкции может оцениваться с помощью основных и дополнительных показателей. К основным показателям относятся технологическая себестоимость и трудоемкость изготовления деталей и сборки машины. Технологическая себестоимость C_T определяется по формуле

$$C_T = C_M + C_3 + C_{ц.р.}$$

где C_M — стоимость материалов;

C_3 — заработная плата производственных рабочих с начислениями;

$C_{ц.р.}$ — цеховые расходы на электроэнергию, амортизацию оборудования, инструмента, приспособлений, на смазочные, охлаждающие и другие материалы, обслуживание и ремонт,

Трудоемкость изготовления изделия определяется суммой трудоемкостей составляющих элементов изделия и выражается в нормо-часах.

Для оценки технологичности однотипных конструкций при наличии базовой модели можно использовать следующие относительные показатели технологичности. Уровень технологичности по технологической себестоимости

$$K_{y.c} = \frac{C_T}{C_{б.т}},$$

где C_T — технологическая себестоимость рассматриваемого изделия;

$C_{б.т}$ — технологическая себестоимость базового изделия.

Уровень технологичности по трудоемкости изделия

$$K_{y.т} = \frac{T_{и}}{T_{б.и}},$$

где $T_{и}$ — трудоемкость изготовления рассматриваемого изделия;

$T_{б.и}$ — трудоемкость изготовления базового изделия.

Экономичное использование материала в машине может оцениваться двумя показателями: конструктивной материалоемкостью и технологической материалоемкостью. Первым показателем определяются затраты конструктивных материалов на единицу мощности или производительности, вторым — устанавливается степень использования материала заготовки при изготовлении детали.

Конструктивная (удельная) материалоемкость машины, выраженная в кг/кВт,

$$M_k = \frac{M_{и}}{N},$$

где $M_{и}$ — масса машины;

N — мощность машины.

Чем меньше M_k , тем технологичнее конструкция.

Для оценки технологической материалоемкости детали может применяться коэффициент использования материала

$$K_m = \frac{m_{д}}{m_{з}},$$

где $m_{д}$ — масса детали;

$m_{з}$ — масса заготовки.

Технологичность конструкции зависит и от степени соответствия ее технологическим возможностям производства, степени использования стандартных, нормализованных и унифицированных деталей и сборочных единиц и др.

Под стандартизацией понимается обобщение конструктивных решений, зафиксированных в государственных стандартах.

Нормализация представляет собой обобщение конструктивных решений в виде внутризаводских и ведомственных нормалей.

Под унификацией понимается обобщение конструктивных решений без оформления специальной документации.

Использование стандартных, нормализованных, унифицированных деталей позволяет сократить объем проектирования, трудоемкость и себестоимость изготовления.

Важнейшим показателем технологичности конструкции сельскохозяйственных машин является их ремонтпригодность. Ремонтпригодность оценивается доступностью для технического обслуживания, удобством разборки и сборки при ремонте, легкостью замены изнашиваемых деталей и механизмов, наличием технологических баз, необходимых для восстановления исходных координат при ремонте, ограниченностью типоразмеров крепежных деталей, подшипников и номенклатуры слесарно-сборочного инструмента, приспособленностью детали к восстановлению путем применения прогрессивной технологии.

3.3. Методы достижения технологичности конструкций

Технологичность конструкций достигается оптимальными решениями на всех этапах ее разработки. Снижение себестоимости обеспечивается применением дешевых исходных материалов, минимальной стоимостью получения заготовки и ее обработки. Стоимость материала заготовки можно снизить применением заготовок минимально необходимых размеров с минимальными припусками на обработку и материалов простых, доступных и дешевых марок.

Для получения минимальной массы конструкций в ряде случаев используются сварные или штамповарные

конструкции, отливки по выплавляемым моделям и пр. Число сварных элементов и длина сварных швов должны быть минимальными.

Снижение трудоемкости (и себестоимости) механической обработки достигается применением деталей простых форм с участками, легко доступными для механической обработки.

При конструировании деталей желательно свести к минимуму необходимую площадь обрабатываемой поверхности, предусмотреть возможность обработки напроход, четко разграничить обрабатываемые и необрабатываемые поверхности и т. д.

Везде, где это необходимо, должны быть предусмотрены проточки для выхода шлифовального круга, канавки или сбеги резьбы для резьбонарезного инструмента, радиусы закруглений (галтели), фаски и т. д. Во многих случаях правильные конструктивные решения позволяют упростить обработку отдельных элементов деталей или использовать более простую заготовку. Так, наличие буртов на валах вызывает увеличение диаметра заготовок (а гладкие валы могут изготавливаться из калиброванного материала). Наличие в деталях глухих отверстий большого диаметра и длины затрудняет изготовление заготовок и их обработку, применение в этом случае съемных заглушек или крышек позволяет в качестве заготовок использовать трубы. Обработку площадок и бобышек разной высоты выполнить сложнее, чем обработать те же элементы, расположенные на одном уровне. Вместо зенковки (цековки) гнезд под гайки и головки болтов на фланцах целесообразно применять проточку.

Применение унифицированных деталей и их элементов позволяет удешевить обработку путем применения типовых технологических процессов и укрупнения партий обрабатываемых деталей.

Себестоимость сборки и разборки целиком определяется конструкцией машины, ее сборочных единиц. Конструктивные решения, принимаемые при разработке конструкций, должны предусматривать возможность удобной установки деталей в сборочные единицы и последующей сборки машины. Замена узлов или быстроизнашиваемых деталей должны выполняться без дополнительного снятия большого числа деталей (сборочных единиц) машины. Замена прокладок и сальниковых ко-

лец, набивка сальников, заправка смазочными материалами, регулировочные работы должны производиться без применения сложных приспособлений и инструментов и по возможности быстро и без привлечения персонала высокой квалификации.

Широкое применение унифицированных, нормализованных и стандартизованных деталей и комплектующих изделий снижает себестоимость машины и делает более доступным ее техническое обслуживание и ремонт.

Глава 4

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ



4.1. Исходные данные для проектирования

Для проектирования технологического процесса требуются следующие исходные данные.

1. Рабочие чертежи детали и сборочной единицы, в которую она входит, с подробными данными о форме и размерах детали, с указанием допусков и посадок и шероховатости поверхности.

2. Технические требования на изготовление детали, определяющие требования точности и качества обработки, а также возможные особые требования (твердость, структура материала, термическая обработка, балансировка, подгонка по массе, гидравлические испытания и т. д.).

3. Программное задание и срок, в течение которого должна быть выполнена программа выпуска деталей.

4. Данные о наличии оборудования или о возможностях его приобретения.

При проектировании технологических процессов для действующих или реконструируемых заводов должны быть подготовлены данные об имеющемся оборудовании, размерах производственных площадей и данные о других местных производственных условиях.

При разработке технологических процессов используются типовые технологические процессы, справочные и нормативные материалы (каталоги и паспорта оборудования, альбомы приспособлений, стандарты и нормы на режущий и измерительный инструмент, нормативы

по точности, шероховатости поверхности, расчету припусков, режимам резания и техническому нормированию, тарифно-квалификационные справочники) и другие вспомогательные материалы.

Перед разработкой технологического процесса должен быть выполнен технологический контроль, т.е. рабочие чертежи должны быть проверены на обеспеченность их необходимыми данными о размерах деталей и их элементов, материале и его свойствах, допусках и посадках, шероховатости поверхности, допускаемых отклонениях формы и расположения поверхностей и т.д. Контролируется также соответствие конструкции деталей требованиям технологичности при изготовлении их в условиях и при возможностях данного производства: Технологический контроль требует от технолога знаний о служебном назначении деталей и условиях их работы в узлах машины. Необходимые конструктивные изменения, связанные с повышением технологичности деталей, вносятся в чертежи только конструктором.

4.2. Порядок разработки технологических процессов

После технологического контроля производится проектирование технологических процессов механической обработки деталей машины. Все детали, входящие в программу цеха, классифицируются и группируются по конструктивно-технологическим признакам. Выделяются детали массового, серийного и мелкосерийного производств. Для каждой детали устанавливается соответствующая организационная форма производства. Определяются такт выпуска и размер партии и устанавливается вид организации технологического процесса (единичный, типовой). Выбирается вид заготовки, рассчитываются или назначаются припуски на обработку и устанавливаются размеры исходной заготовки. Составляется рациональная последовательность выполнения технологических операций — технологический маршрут обработки. Подбирают станки для выполнения отдельных операций. Определяются способы установки и закрепления заготовки и уточняется в связи с этим технологический маршрут проведения операций. Выбираются универсальные приспособления и намечаются принципиальные схемы работы специальных приспособлений. Формулируются задания на проектирование специальных приспособлений.

Операции разделяются на технологические и вспомогательные переходы — определяется структура операций. Устанавливаются межоперационные припуски и допуски. Выбираются тип и размер инструмента и разрабатываются эскизы конструкции и размеры специальных инструментов. Устанавливаются режимы резания для всех технологических переходов. Определяются технические нормы времени на операции и разряд работы на каждой операции. Рассчитываются технико-экономические показатели технологического процесса. Выбирается оптимальный вариант технологического процесса из числа конкурирующих. Оформляется технологическая документация.

При разработке технологических процессов должны быть учтены возможности применения скоростных режимов резания, поточных методов обработки, групповой наладки оборудования, многостаночного обслуживания, многоместных приспособлений и других способов повышения производительности труда.

4.3. Разработка маршрутной технологии

Маршрутная технология разрабатывается и оформляется с применением маршрутных технологических карт, в которых перечисляются технологические операции, приводятся данные о заготовках, необходимом оборудовании, приспособлениях и специальном инструменте. Нормы времени принимаются приближенно по опытно-статистическим данным (определяются на основании опыта или сравнения). Маршрутная технологическая карта может снабжаться эскизом детали, изображенной в окончательно обработанном виде.

Технологический маршрут определяет последовательность выполнения операций. Операции, требующие снятия больших объемов металла — больших припусков, выполняются в начале обработки, чистовые — в конце.

Разделение операций на черновые и чистовые и выполнение черновых (обдирочных) работ в начале обработки объясняется рядом причин. После снятия больших слоев металла могут быть обнаружены скрытые ранее дефекты заготовки в виде раковин, рыхлостей, трещин, твердых включений и т. д. В результате удаления с заготовки большого слоя металла, особенно поверхностного слоя с литой коркой, происходит перераспределение

внутренних напряжений и последующее коробление заготовки. Для проявления этих деформаций необходим некоторый промежуток времени.

При черновой обработке на заготовку действуют значительные силы резания, что приводит к упругим деформациям детали, ее нагреву и пластическому деформированию поверхностного слоя. При чистовой обработке коробление и упругие деформации обычно незначительны.

Разделение операций на черновые и чистовые позволяет специализировать станки и предотвратить загрузку высокоточных станков обдирочными работами, что удлиняет срок службы этих станков.

Первыми выполняются операции по обработке основных базовых поверхностей (опорных, установочных), используемых в дальнейшем как опорно-установочные или измерительные базы. Сначала производятся черновые токарные, фрезерные и протяжные работы, а затем сверление, зенкерование, развертывание и чистовая обработка. Последними идут финишные операции, обеспечивающие высокую точность и малую шероховатость поверхности после термической обработки деталей, если она предусмотрена (тонкое шлифование, хонингование, суперфиниширование, доводка, притирка и т. д.).

4.4. Разработка операционной технологии

Операционная технология разрабатывается при крупносерийном и массовом производствах и оформляется в виде операционных технологических карт — для каждой операции заполняется отдельная операционная технологическая карта. Карта содержит все данные, необходимые для реализации приведенного в ней технологического процесса. Операционная технология включает карты эскизов и схем, на которых заготовки изображаются в таком виде, какой они принимают после выполнения данной операции. Могут быть приведены и эскизы обработки детали по переходам.

Сначала разрабатывается технологический маршрут обработки детали, т. е. последовательность выполнения операций и перемещения детали по станкам, а затем для каждой операции устанавливается структура технологического процесса данной операции, т. е. порядок выполнения переходов.

При разработке операционной технологии представляется возможность наиболее полно учесть все особенности выполняемой операции, тщательно подготовить данные для применения прогрессивных методов обработки, режущего и измерительного инструмента и технически обоснованных норм времени.

Очень важно выбрать и точно зафиксировать режущий и измерительный инструмент. Конструкция, формы и геометрия режущего инструмента определяются его назначением, а материал режущей части подбирается в зависимости от материала заготовки, режимов резания (мощности станка), характера производства и некоторых других факторов (многоинструментальная обработка и т.п.). При обработке мягких сталей и цветных сплавов можно пользоваться резами из быстрорежущей стали. Обработка твердых и прочных сталей, стальных отливок, поковок и штамповок производится инструментом, оснащенным пластинками твердых сплавов марок Т5К10, Т15К6, Т30К4. При обработке отливок из серого чугуна и бронзы применяются твердые сплавы ВК8 и ВК6. Для чистовой обработки закаленных чугунных гильз используются инструменты, оснащенные пластинками твердого сплава марки ВК2 или ВК3М. Сверла, зенкеры, развертки и фрезы изготавливаются из быстрорежущей стали или оснащаются пластинками твердого сплава. Фрезерные головки для торцевого фрезерования, как правило, оснащаются твердыми сплавами.

Обозначение режущего инструмента на технологических картах должно содержать информацию, достаточную для использования его в производстве и планировании и для правильного ведения инструментального хозяйства.

Выбор измерительного инструмента производится с учетом размеров и формы детали, качества точности и посадки. Конструкция инструмента должна обеспечивать получение размеров с требуемой по чертежу точностью. В серийном и массовом производствах должны быть использованы предельные калибры.

Специальный режущий и измерительный инструмент, установочные и контрольные приспособления записываются с указанием номера чертежа (условно).

4.5. Технологическая документация

Технологическая документация служит основой для обеспечения технологической дисциплины на производстве. Она должна содержать все данные, необходимые для реализации разработанных технологических процессов, изложенные в краткой форме, четких и ясных выражениях, не допускающих разночтений.

Технологическая документация регламентируется системой стандартов ЕСТД (Единая система технологической документации), которая является составной частью Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП). ЕСТД представляет собой комплекс стандартов, устанавливающих порядок разработки, оформления, комплектации и обращения технологической документации, разрабатываемой и применяемой в производстве всеми машиностроительными организациями и предприятиями.

В соответствии с ЕСТД технологическая документация подразделяется на два вида — предварительный проект технологического процесса и рабочую технологическую документацию. Предварительный проект технологического процесса разрабатывается при составлении эскизного или технического проекта конструкции. Он предназначается для проверки технологичности конструкции изделия на стадиях эскизного и технического проектов конструкторской документации, а также для подготовки и разработки рабочей документации. Предварительный проект содержит: специальные технологические процессы и их перечень; типовые технологические процессы и их перечень; технические задания на разработку специального технологического оборудования и оснастки и их перечень; технологические инструкции и их перечень.

Рабочая документация представляет собой совокупность документов (карт, ведомостей, инструкций), содержащих все данные, необходимые для изготовления и контроля изделий.

Степень детализации технологического процесса и набор технологических документов зависят от типа производства и особенностей тех конкретных условий, в которых осуществляется изготовление машины. Ниже приведено содержание некоторых технологических документов.

Маршрутная карта содержит описание технологического процесса изготовления и контроля детали по всем операциям в их технологической последовательности, включая все виды технологического процесса (литье, ковка, штамповка, механическая обработка, термическая обработка и т. д.), выполняемые в различных цехах предприятия. В картах приводятся данные об оборудовании, оснастке, специальностях, квалификации рабочих и нормах времени на выполнение операций. Перечень технологических операций, приведенных в карте, образует технологический маршрут изготовления детали. Операции нумеруются арабскими цифрами в возрастающем порядке. Операции, выполняемые до механической обработки, могут нумероваться отдельно римскими цифрами. В зависимости от типа и характера производства применяются различные формы маршрутных карт.

Операционная карта разрабатывается на отдельную операцию и содержит все данные, необходимые для выполнения работ на этой операции. Операция расчленяется на переходы, которые записываются в повелительном наклонении (обточить, сверлить и т. д.) и нумеруются арабскими цифрами. Карта содержит данные о заготовке: материал, масса, твердость и др. В карте указываются оборудование (станок), приспособление, режущий, измерительный и вспомогательный инструмент и приводятся все параметры режима резания. В карту включаются также все составные части технической нормы времени, профессия и разряд рабочего, расценка и норма выработки.

Карта эскизов содержит эскизы, схемы и таблицы, необходимые для выполнения технологического процесса, операции или перехода. В карте эскизов должны быть указаны данные, необходимые для выполнения технологического процесса (размеры, предельные отклонения, обозначения шероховатости поверхностей, технические требования и т. д.). Обрабатываемые поверхности детали обводятся сплошной линией толщиной от $2s$ до $3s$ (s — толщина линии). На эскизах все обрабатываемые поверхности нумеруются арабскими цифрами. Номер поверхности проставляется в окружности диаметром 6 — 8 мм и соединяется с размерной линией. При этом размеры и предельные отклонения обрабатываемой поверхности в содержании операции (перехода)

не указываются, например «обточить поверхность в размер ①», «расточить отверстие в размер ②». Нумеровать поверхности следует в направлении движения часовой стрелки.

Карта технологического процесса механической обработки содержит описание процесса обработки детали по всем операциям, выполняемым в одном цехе, и их технологической последовательности. Приводятся данные об оборудовании, оснастке, заготовке, разряд работы и норма времени.

Технологическая инструкция содержит описание специфических приемов работы или методики контроля технологического процесса, правила пользования оборудованием и приборами, а также описание физико-химических процессов, происходящих при отдельных операциях.

Кроме карт и инструкций, в число технологических документов входит ряд ведомостей: ведомость (перечень) оснастки, необходимой для выполнения данного технологического процесса; ведомость материалов, включающая данные о заготовках, нормах расхода материала; ведомость технологических документов, определяющая состав и комплектность документов, необходимых для изготовления детали, и др.

4.6. Техничко-экономические показатели технологического процесса

Техничко-экономические показатели являются основой при решении вопросов о выборе варианта технологического процесса. Из возможных должен приниматься технологический процесс, обеспечивающий наименьшую себестоимость изделия. Снижение себестоимости достигается повышением эффективности использования оборудования, рабочего времени и рациональной организацией производства.

К основным технико-экономическим показателям относятся технологическая себестоимость и трудоемкость изготовления изделия. По этим показателям оценивается не только эффективность технологического процесса, но и технологичность конструкции (см. п. 3.2).

Для оценки и анализа эффективности использования металлорежущего оборудования применяются коэффициент использования станка по основному технологиче-

скому времени η_0 и коэффициент загрузки оборудования по времени η_3 .

Коэффициент использования станка по основному технологическому времени определяется формулами:

для крупносерийного и массового производств

$$\eta_0 = \frac{t_0}{t_{ш}}$$

для единичного, мелкосерийного и среднесерийного производств

$$\eta_0 = \frac{t_0}{t_{ш.к}}$$

где t_0 — основное технологическое время;

$t_{ш}$ — штучное время;

$t_{ш.к}$ — штучно-калькуляционное время.

Чем выше значение коэффициента η_0 , тем эффективнее используется оборудование.

Коэффициент загрузки станка по времени определяется по формуле

$$\eta_3 = \frac{n_p}{n_d}$$

где n_p — расчетное количество станков;

n_d — действительное количество станков.

Расчетное количество станков определяется по формулам:

для крупносерийного и массового производств

$$n_p = \frac{\sum t_{ш}}{F_d};$$

для единичного, мелкосерийного и среднесерийного производств

$$n_p = \frac{\sum t_{ш.к}}{F_d}$$

где $\sum t_{ш}$ и $\sum t_{ш.к}$ — суммарное значение соответственно штучного и штучно-калькуляционного времени при обработке деталей в объеме годовой программы на станках рассматриваемого типа;

F_d — действительный годовой фонд времени работы станка, определяемый по формуле $F_d = F_n K$;

F_n — номинальный годовой фонд времени работы станка;

K — коэффициент использования оборудования.

При пятидневной рабочей неделе продолжительностью 41 ч (8-часовой рабочий день) и при 260 рабочих днях в году принимаются: для односменной работы $F_n=2070$ ч, при $K=0,98$ $F_d=2030$ ч; для двухсменной работы $F_n=4140$ ч, при $K=0,97$ $F_d=4015$ ч; для трехсменной работы $F_n=6210$ ч, при $K=0,96$ $F_d=5960$ ч.

Действительное количество станков n_d определяется на основе расчета n_p путем округления полученного значения до ближайшего большего целого числа.

Глава 5

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ



5.1. Классификация приспособлений

Дополнительные устройства, предназначенные для установки и закрепления заготовок (деталей) при выполнении технологических операций обработки, сборки и контроля, называются приспособлениями. Приспособления, применяемые для закрепления режущего инструмента, называются вспомогательным инструментом.

В зависимости от области использования приспособления образуют следующие группы: станочные; вспомогательный инструмент; контрольные; слесарно-сборочные.

Станочные приспособления подразделяются на токарные, фрезерные, сверлильные и др. По степени специализации различаются универсальные, универсально-групповые, универсально-сборные и специальные приспособления.

Универсальные приспособления применяются в единичном, мелкосерийном и среднесерийном производствах. К ним относятся тиски, трехкулачковые патроны, делительные головки, поворотные столы и т.п.

Универсально-групповые приспособления предназначаются для серийного производства и комплектуются из двух частей: универсальной (постоянной) и сменной. Сменные части (кулачки, упоры, цанги и т.п.) подбира-

ются в соответствии с формой и размерами обрабатываемых заготовок. Переналадка производится при переходе к обработке партии других заготовок.

Универсально-сборные приспособления (УСП) собираются из нормализованных узлов и деталей. В комплект УСП входят базовые, опорные, направляющие, установочные, прижимные и крепежные детали. Приспособление образуется путем соединения различных элементов УСП в зависимости от вида обработки, формы и размеров заготовки. УСП применяются в мелкосерийном и среднесерийном производствах.

Специальные приспособления предназначаются для выполнения только определенных операций обработки, сборки или контроля конкретных деталей или сборочных единиц. В связи с высокой стоимостью и трудоемкостью этих приспособлений их целесообразно использовать в условиях крупносерийного и массового производств. Они обеспечивают высокую производительность труда путем сокращения вспомогательного времени и повышения точности обработки.

По степени механизации и автоматизации приспособления делятся на ручные, механизированные, полуавтоматические и автоматические.

По источнику энергии приводы приспособлений подразделяются на пневматические, гидравлические, магнитные, электромеханические, вакуумные и центробежно-инерционные.

Во всех случаях, когда это экономически целесообразно, должны применяться принадлежности станка (приспособления, постоянно находящиеся на станке) и универсальные приспособления, имеющиеся на производстве. Специальные приспособления проектируются и изготавливаются тогда, когда их применение экономически оправдано или технически необходимо.

Установка заготовки на приспособлении в требуемом положении может осуществляться по разметке, с выверкой относительно отверстия или наружной цилиндрической поверхности, по цилиндрической поверхности без выверки или по упорам. Во всех случаях установки и закрепления заготовки на приспособлении действует правило шести точек.

5.2. Приспособления для токарных и шлифовальных станков

При обработке деталей на токарных станках наибольшее распространение получили патроны: трехкулачковые самоцентрирующие, четырехкулачковые, двухкулачковые, цанговые и поводковые.

Трехкулачковые самоцентрирующие патроны нашли широкое применение в единичном и мелкосерийном производствах благодаря своей универсальности. Они обеспечивают быстрое и надежное закрепление цилиндрических деталей вручную или с помощью механизированного привода (пнеumo- и гидропривод). При обработке в патроне заготовки длиной свыше пяти диаметров необходимо применять задний поддерживающий центр.

Четырехкулачковые патроны имеют кулачки, перемещаемые индивидуально каждый своим винтом, и применяются обычно для обработки заготовок сложной конфигурации, несимметричных, квадратных, прямоугольных. Для дополнительного крепления заготовок с помощью прихватов корпус патрона снабжен сквозными овальными пазами под шпильки. Установка заготовки в четырехкулачковом патроне производится по разметке или с выверкой, что требует больших затрат вспомогательного времени, поэтому их используют в единичном и мелкосерийном производствах.

Двухкулачковые патроны применяются для закрепления заготовок, форма которых имеет хотя бы одну ось симметрии. Наиболее пригодны они для обработки небольших деталей — арматуры, тройников и т.п. Эти патроны являются самоцентрирующими, поэтому при зажиме заготовка центрируется относительно оси вращения патрона. Кулачки имеют сменные части, форма которых учитывает конфигурацию обрабатываемой заготовки. Двухкулачковые патроны применяются в серийном производстве.

Цанговые патроны (рис. 11) применяются чаще всего на токарно-револьверных станках и токарных автоматах, но могут быть использованы и на универсальных токарных станках. Патроны предназначены для зажима калиброванного пруткового материала и штучных заготовок, изготовленных с точностью не ниже 12 квалитета. В цанговом патроне контактное давление

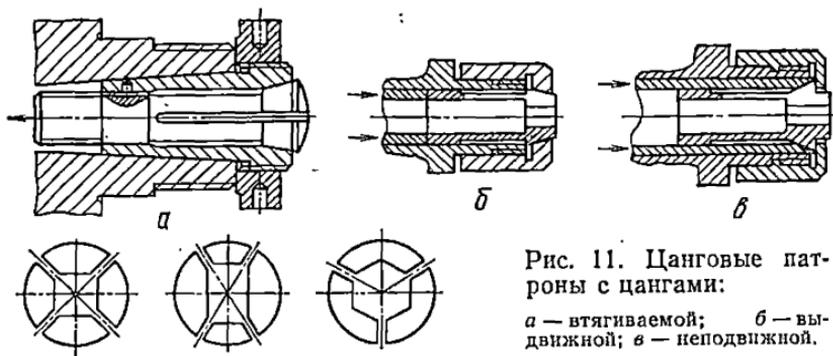


Рис. 11. Цанговые патроны с цангами:

a — втягиваемой; *б* — выдвигной; *в* — неподвижной.

невелико и не вызывает смятия зажимаемой поверхности. Конусная часть цанги (стальная закаленная гильза с продольными прорезями) имеет угол 31° , а конус гнезда — 29° . Цанги изготавливаются из стали У8А, У10А или 9ХС и закаливаются до твердости HRC 52—60.

Поводковые патроны служат для передачи вращения шпинделя станка обрабатываемой заготовке, установленной в центрах. Для предохранения рабочего от вращающихся пальца и хомутика патрон снабжается защитным кожухом.

В условиях крупносерийного и массового производства находят применение самозажимные поводковые патроны, при использовании которых не требуется хомутик (рис. 12).

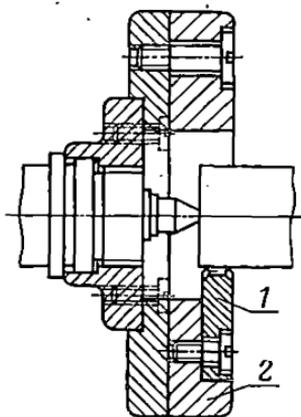


Рис. 12. Самозажимной поводковый патрон:

1 — кулачки; 2 — корпус.

Обработка валов наиболее часто производится с установкой и закреплением в центрах. Передний центр устанавливается в отверстие шпинделя станка, задний — в отверстие пиноли задней бабки. Передние центры цельные, задние оснащены наконечниками из твердого сплава. Задние центры могут быть и вращающимися.

Для сокращения времени на установку обрабатываемого вала в центрах применяются передние поводковые утопающие центры (рис. 13).

Для черногого обтачивания

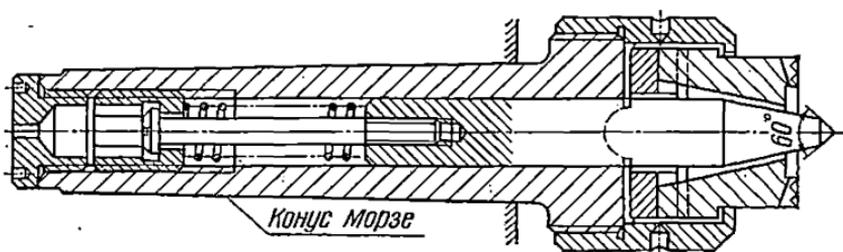


Рис. 13. Поводковый утопающий центр.

труб и втулок могут быть использованы рифленые центры-поводки (рис. 14).

При обработке нежестких валов, когда их длина превышает диаметр в 10 раз и более, используются подвижные и неподвижные люнеты.

Базирование таких деталей, как втулки, гильзы, диски, зубчатые колеса и т. п., по центральному отверстию при обработке наружных поверхностей производится при помощи оправок. По способу закрепления на станке оправки разделяются на центровые и шпиндельные (консольные). Они выполняются жесткими и разжимными, с ручными и механизированным приводами. Жесткие оправки бывают цилиндрические, конические и шлицевые.

При отсутствии повышенных требований к соосности наружной и внутренней поверхностей применяются цилиндрические оправки с установкой детали с зазором. Зажим детали производится прижатием ее к бурту оправки с помощью гайки и быстросъемной шайбы.

Центровые цилиндрические оправки (рис. 15, а) имеют цилиндрическую часть для базирования заготовки и короткую коническую (фаску) для направления заготовки при ее установке. Диаметр цилиндрической части оправки изготавливается по посадке h6 или k6. Концы оправки имеют лыски для передачи вращения от шпинделя с помощью специального поводкового патрона.

Центровые конические оправки предназначены для обработки с высокой точностью деталей при $L/D > 1$ (рис. 15, б). Конические оправки обычно изготавливаются с конусностью

$$K = \frac{D_1 - D_2}{L} = \frac{1}{1000} \div \frac{1}{3000}$$

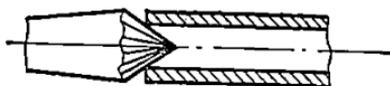


Рис. 14. Центр-поводок с рифлением.

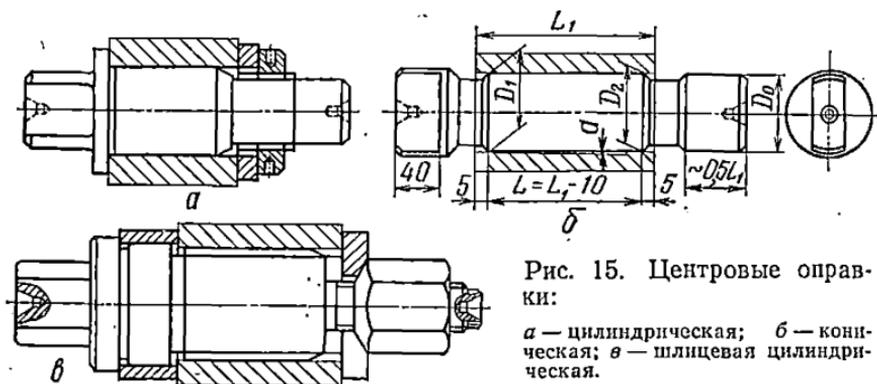


Рис. 15. Центровые оправки:

a — цилиндрическая; *б* — коническая; *в* — шлицевая цилиндрическая.

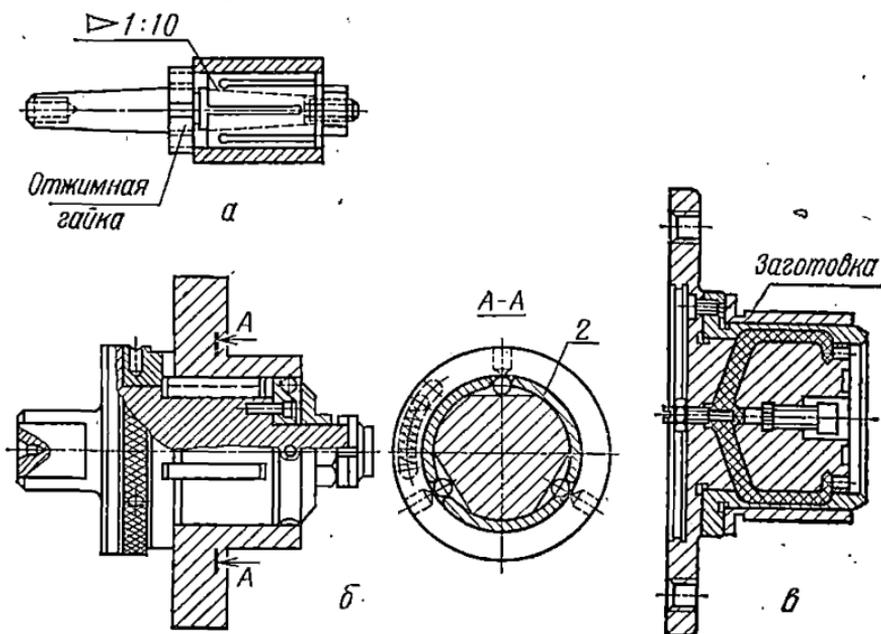


Рис. 16. Разжимные оправки:

а — с разжимной втулкой; *б* — роликовая саморазжимная; *в* — с гидропластом.

Наибольший диаметр конуса $D_{1нб}$ определяется следующим образом. К наибольшему диаметру отверстия заготовки прибавляется величина Δ , определяемая как разность между верхним отклонением вала, взятого по прессовой посадке г6 и верхним отклонением основного отверстия Н7.

Наименьший диаметр конуса $D_{1нм}$ находится по формуле

$$D_{1нм} = D_{1нб} - \delta_B,$$

где δ_B — допуск на основной вал в 6 квалитете (h6).

Наибольший диаметр конуса $D_{2нб}$ равен наименьшему диаметру отверстия заготовки и наименьший $D_{2нм}$ определяется по формуле

$$D_{2нм} = D_{2нб} - \delta_B.$$

Диаметр D_0 направляющей части оправки определяется по наименьшему размеру отверстия обрабатываемой заготовки с отклонениями по посадке с зазором е8.

Для закрепления деталей со шлицевым базовым отверстием применяются шлицевые оправки (рис. 15, в). Шлицевые цилиндрические оправки могут проектироваться для установки заготовки с натягом (прессовая посадка) или с зазором. Последние не обеспечивают точности центрирования.

Оправки рекомендуется изготовлять из цементированной стали 20Х. Глубина цементированного слоя 0,8—1,5 мм, закалка и отпуск — до твердости HRC 56—62.

Разжимные оправки бывают следующих типов: цапговые с разжимной упругой втулкой, имеющей прорези и перемещающейся по конусу оправки; пальцевые, или плунжерные, с раздвижными радиальными пальцами; шариковые и самозажимные роликовые, с тарельчатыми пружинами; с гидропластом (рис. 16).

Для стержней всех разжимных оправок рекомендуется применять сталь 20Х. Глубина цементированного закаленного слоя 0,8—1,5 мм, твердость HRC 56—62.

Разжимные упругие втулки изготовляются из стали У7А, У8А, У10А или 9ХС и закаляются с отпуском зажимной части до твердости HRC 52—58, пружинной части до твердости HRC 42—48.

5.3. Приспособления для сверлильных станков

Приспособления для сверлильных станков подразделяются на универсальные, предназначенные для закрепления деталей при обработке отверстий по разметке, и специальные, называемые кондукторами, — для обработки отверстий без разметки. В качестве универсальных приспособлений используются машинные тиски, прихваты, призмы, поворотные столы и стойки, делительные головки. Кондукторы могут быть накладными, скальчатými и поворотными.

Для направления сверла и получения отверстия в заданном месте в кондукторе закрепляются кондукторные втулки (с буртом или без бурта). Для возможности выполнения различных работ соответствующим инструментом (сверлом, зенкером, разверткой, метчиком) применяются сменные кондукторные втулки, устанавливаемые в постоянные втулки. Постоянные втулки устанавливаются в кондуктор по посадке $\frac{H7}{k6}$ или $\frac{H7}{h6}$, съемные — по посадке $\frac{H7}{f7}$ или $\frac{H7}{g6}$.

Кондукторные втулки диаметром до 25 мм изготавливаются из стали У10А или ХГ с термической обработкой до твердости HRC 62—65. При диаметре отверстия более 25 мм может быть использована сталь 20 с цементацией на глубину 0,8—1,2 мм и последующей термической обработкой до твердости HRC 60—63.

На рисунке 17 показан накладной кондуктор для сверления отверстий в зубчатом колесе. Зубчатое колесо устанавливается торцом на фланец подставки и центрируется на ней центральным отверстием. Сверху накладывается кондукторная плита 1 с кондукторными втулками и зажимается с помощью зажимной гайки 6 через откидную шайбу. Угловая ориентация кондукторной плиты по отношению к обрабатываемому колесу обеспечивается установкой фиксатора 7 в обработанное отверстие заготовки. Для снятия кондукторной плиты по завершении обработки детали ослабляют гайку 6 и поворачивают откидную шайбу 5, выводя ее из-под гайки.

Конструкция скальчатого кондуктора приведена на рисунке 18. В отверстиях корпуса 1 кондуктора скользят три скалки, на которых гайками закреплена кондук-

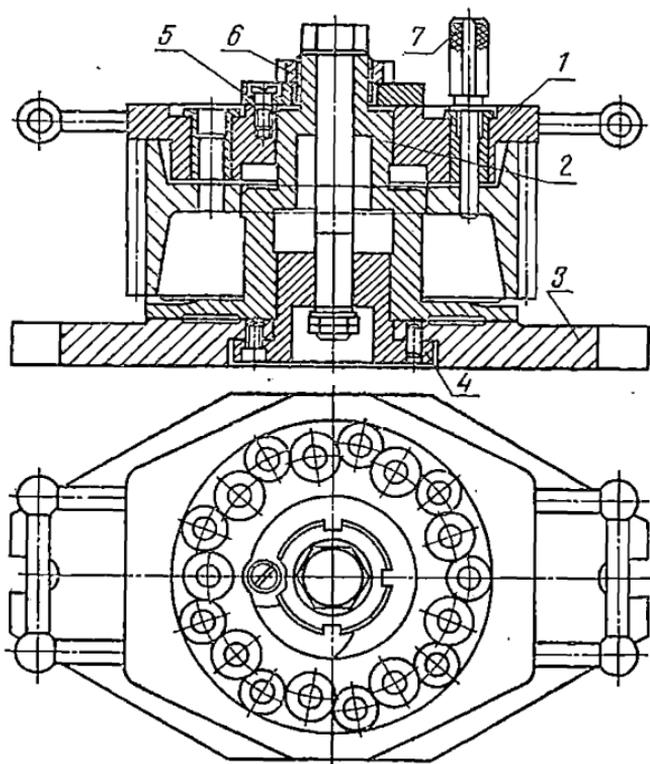


Рис. 17. Накладной кондуктор для сверления отверстий в зубчатом колесе:

1 — кондукторная плита; 2 — подставка; 3 — основание; 4 — центрирующий вкладыш; 5 — откидная шайба; 6 — зажимная гайка; 7 — фиксатор.

торная плита 2. Средняя скалка-рейка с косыми зубцами связана с зубчатым валиком 5. Левый конец этого валика имеет конусный участок, а на его правом конце установлена конусная втулка. Плита 2 опускается поворотом рукоятки 7. В момент контакта плиты с обрабатываемой заготовкой скалка-рейка останавливается. При дальнейшем нажиме на рукоятку зубчатый валик 5 смещается вправо, затягивая левый конусный замок. При повороте рукоятки в обратную сторону конусный участок валика выжимается из гнезда, что дает возможность поднять плиту. В крайнем верхнем положении плиты зубчатый валик-рейка смещается влево и срабатывает правый самотормозящийся конусный замок, удерживая плиту в верхнем положении.

На рисунке 19 приведена конструкция поворотного кондуктора для сверления радиальных отверстий во втулках, кольцах, фланцах и т. п. Кондуктор обеспечивает автоматический поворот обрабатываемой заготовки 12 вместе с установочной оправкой 13. Во время рабочего хода шпинделя 8 кронштейн 7 с помощью упора из гаек 6 опускает штангу 5 с собачкой 2, которая, встречая зуб делительного диска 14, поворачивается, преодолевая сопротивление плоской пружины 4. Собачка вновь возвращается в исходное положение, как только выйдет из зацепления с диском 14, который при этом удерживается неподвижно фиксатором 1. По окончании сверления при подъеме шпинделя 8 кронштейн 7 поднимает штангу 5, собачка входит в зацепление с очередным зубом делительного диска и поворачивает его вместе с обрабатываемой деталью. Фиксатор 1 при этом опускается и затем вновь входит в очередную впадину между зубьями диска под действием пружины.

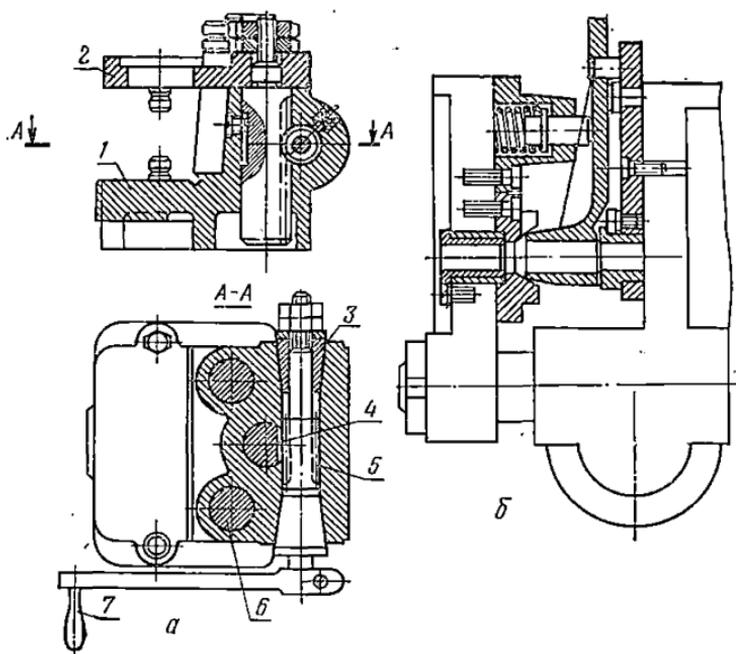


Рис. 18. Скальчатый кондуктор (а) и его наладка (б) для сверления отверстия в рычаге (вид б повернут на 90°):

1 — корпус; 2 — кондукторная плита; 3 — конусная втулка; 4 — скалка-рейка; 5 — зубчатый валик; 6 — скалка; 7 — рукоятка.

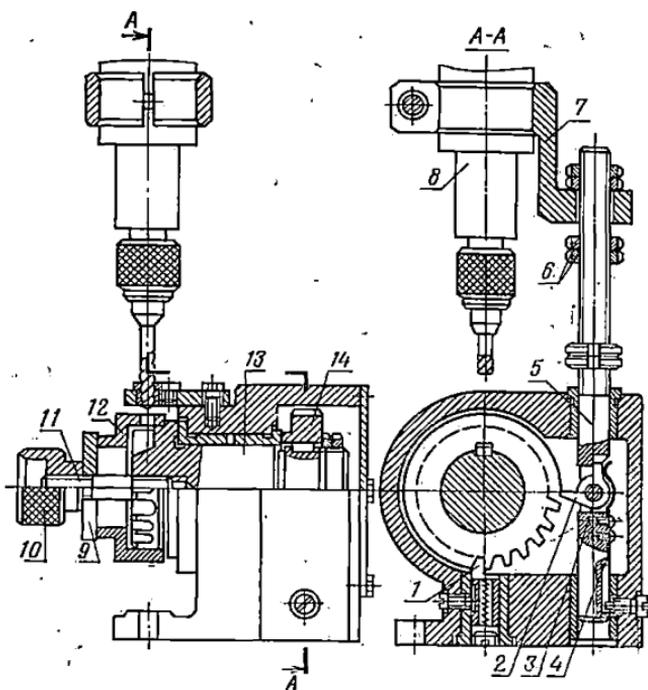


Рис. 19. Поворотный кондуктор с автоматическим поворотом детали:

1 — фиксатор; 2 — собачка; 3 — ось; 4 — плоская пружина; 5 — штанга; 6 — гайки; 7 — кронштейн; 8 — шпиндель; 9 — быстростъемная шайба; 10 — зажимная гайка; 11 — шпилька; 12 — заготовка; 13 — оправка; 14 — диск.

На рисунке 20 показан пример образования кондуктора из деталей комплекта УСП. Кондуктор предназначен для сверления отверстий в рычагах.

Для закрепления режущего инструмента применяются сверлильные патроны: трехкулачковые, двухкулачковые, быстросменные (рис. 21).

Быстросменный патрон состоит из корпуса 6, шариков 2, фиксатора 3, комплекта сменных втулок 4 с кольцами 5 и толкателя 1. На наружной поверхности фиксатора 3 и кольца 5 сделана насечка. Крутящий момент от шпинделя станка через корпус 6 патрона с помощью шариков 2 передается сменной втулке 4. Для смены инструмента при вращающемся шпинделе станка фиксатор 3 смещается вверх. Шарик 2 под действием веса втулки 4 и центробежной силы выходит в кольцевую выточку фиксатора, и освободившаяся

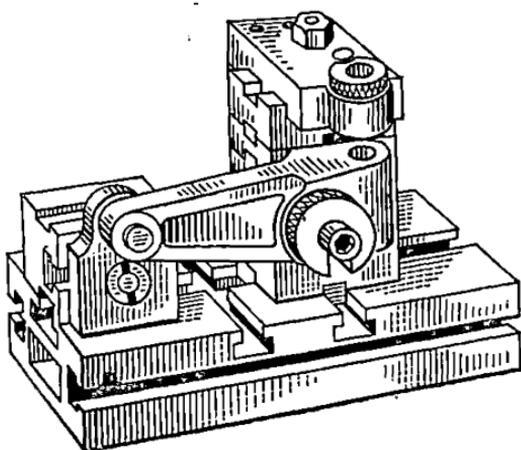


Рис. 20. Кондуктор из деталей комплекта УСП.

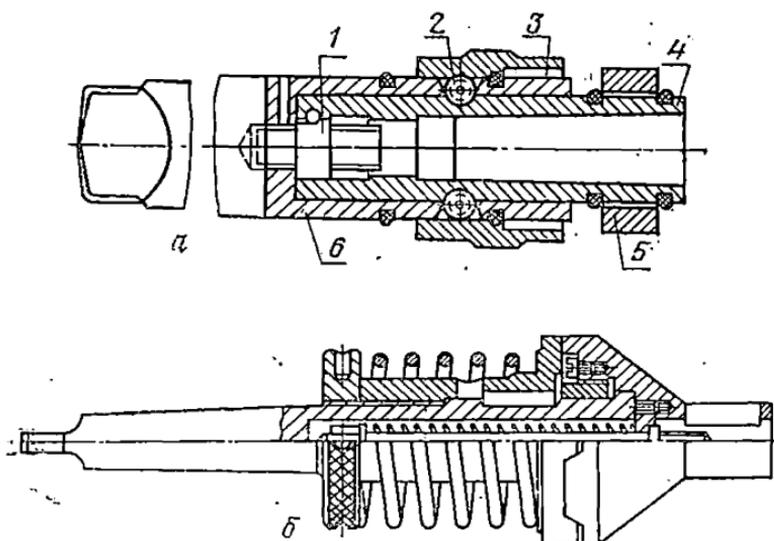


Рис. 21. Патроны к сверлильным станкам:

а — быстросменный; *б* — предохранительный; 1 — толкатель; 2 — шарики; 3 — фиксатор; 4 — сменная втулка; 5 — кольцо; 6 — корпус.

сменная втулка 4 вместе с инструментом свободно выводится из корпуса патрона за кольцо 5. Чтобы установить новую сменную втулку с инструментом, фиксатор поднимается и за кольцо 5 вводится в корпус новая сменная втулка, после чего фиксатор опускается и шарики, западая в углубления втулки, фиксируют ее. Инструмент удаляется из втулки с помощью толкателя 1.

В крупносерийном и массовом производствах для одновременной обработки нескольких отверстий на одношпиндельных сверлильных станках устанавливаются многошпиндельные сверлильные головки.

5.4. Приспособления для фрезерных станков

На фрезерных станках используются следующие универсальные приспособления: машинные тиски, прихваты, призмы, поворотные столы, простые и универсальные делительные головки. Для повышения производительности труда применяются специальные мно-

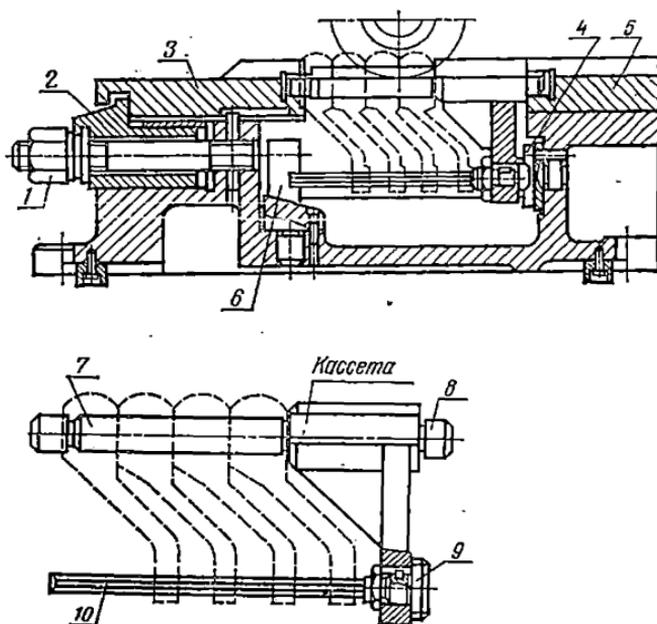


Рис. 22. Многоместное приспособление для фрезерования пазов в рычагах:

1 — зажимная гайка; 2 — нажимная втулка; 3 — ползун; 4 и 6 — центрирующие упоры; 5 — планка; 7 — цилиндрический палец; 8 и 9 — центрирующие головки; 10 — ромбический палец.

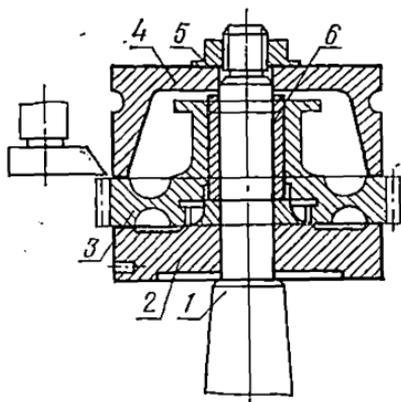


Рис. 23. Приспособление с ручным зажимом для закрепления заготовки на зубодолбежном станке:

1 — оправка; 2 — опорная шайба; 3 — заготовка зубчатого колеса; 4 — прижимной стакан; 5 — зажимная гайка; 6 — переходная втулка.

Рычаги базируются двумя отверстиями на два пальца 10 и 7 кассеты. Кассета с заготовками центрирующей головкой 8 устанавливается в отверстие планки 5 приспособления. Центрирующая головка 9 и ромбический палец 10 входят в пазы деталей 4 и 6. Закрепление производится гайкой 1, которая через нажимную втулку 2 передвигает ползун 3 с отверстием и тем самым фиксирует кассету в приспособлении и зажимает заготовки рычагов. Взамен ручного зажима может быть использован привод от пневмо- или гидроцилиндра. Приспособление может быть использовано для обработки аналогичных рычагов различных размеров. С этой целью в кассете предусмотрены возможность применения сменных установочных пальцев и регулировка расстояния между ними.

При обработке зубьев зубчатых колес заготовки базируются по центральному отверстию и торцу. Для закрепления заготовок предназначены специальные приспособления. На рисунке 23 показано приспособление для установки и зажима заготовки на зубодолбежном станке. Оправка 1 закреплена в отверстии стола станка. Заготовка 3 устанавливается на опорную шайбу 2 и центрируется переходной втулкой 6, насаженной на оправку. Заготовка зажимается с помощью зажимной гайки 5 через прижимной стакан 4.

гоместные приспособления, спроектированные с учетом форм, размеров детали и характера выполняемой операции. Эти приспособления позволяют за один ход стола обработать несколько закрепленных в них деталей.

На рисунке 22 показано многоместное приспособление для фрезерования паза в рычагах. Приспособление кассетного типа. Во время обработки пакета деталей в одной кассете в другой устанавливается следующая партия заготовок.

5.5. Технический и экономический расчеты приспособлений

Приспособление должно обеспечивать правильное базирование и надежное закрепление заготовки, точное направление режущего инструмента, быть достаточно прочным и долговечным, приносить экономический эффект. Для выполнения этих требований производятся следующие расчеты приспособлений: геометрический; силовой; расчет на точность; расчет на прочность и жесткость; расчет экономической эффективности.

Геометрический расчет предусматривает проверку правильности расположения опор и упоров, зажимов, кондукторных втулок, выполнения правила шести точек. Проверяется возможность беспрепятственной установки и снятия заготовки, возможность движения поворотных деталей: откидных крышек, поворотных планок, отсутствие на их пути каких-либо препятствий в виде головок болтов, приливов, бобышек и т. д. Уточняются размеры и расположение элементов, базирующих приспособление на станке, — направляющих шпонок, опорных штифтов, центрирующих выточек. При использовании призматических, регулируемых или самоустанавливающихся опор проверяются их размеры, чтобы подтвердить правильность расположения заготовки как по высоте, так и в горизонтальной плоскости. Необходимо обратить внимание и на общие формы приспособления с позиций технической эстетики.

Силовой расчет приспособления служит для проверки возможности закрепления заготовки и сохранения ее неподвижного положения во время действия сил резания (иногда инерционных сил) и определения необходимых усилий на рукоятках ручного зажима или штоках приводов. По значениям этих усилий определяются затем размеры силовой части привода (диаметр поршня, мембраны и т. д.) с учетом давления рабочей среды. Силовой расчет приспособлений производится на основе уравнений статики, с учетом действия сил и моментов резания и коэффициента запаса $K=1,5-2$. Расчет приспособления на прочность и жесткость ведется с учетом размеров отдельных элементов приспособления и действующих сил. Цель расчета — проверка размеров, исключая поломку деталей и возникновение чрезмерных деформаций под действием сил зажима и сил резания.

Экономический расчет приспособления предназначен для выявления экономической целесообразности его изготовления и определения годовой экономии при его использовании.

Применение приспособления целесообразно, если выдержано условие

$$\mathcal{E} \geq C_{\text{п}}$$

где \mathcal{E} — годовая экономия от применения приспособления без учета затрат на его эксплуатацию;

$C_{\text{п}}$ — годовые затраты на изготовление и эксплуатацию приспособления.

Годовая экономия (в руб.) определяется по формуле

$$\mathcal{E} = (t_{\text{ш}} - t_{\text{ш.пр}}) \frac{C_{\text{ч}} N}{60 \cdot 100},$$

где $t_{\text{ш}}$ — штучное время при обработке детали без приспособления или с использованием универсального приспособления, мин;

$t_{\text{ш.пр}}$ — штучное время при обработке детали с применением проектируемого приспособления, мин;

$C_{\text{ч}}$ — стоимость станко-часа рабочего места, коп/ч;

N — годовая программа, шт.

Экономический эффект от применения приспособления определяется как разность между годовой экономией и годовыми затратами на приспособление:

$$\mathcal{E}_{\text{п}} = \mathcal{E} - C_{\text{п}}$$

Разработка проекта приспособления включает следующие этапы.

1. Изучение технической характеристики станка, его паспортных данных, определение типа и размеров посадочных мест приспособления.

2. Определение метода базирования с учетом выбранных базовых поверхностей.

3. Вычерчивание заготовки с необходимым числом проекций в таком виде, в каком она поступает на выполнение данной операции. Контур заготовки изображается тонкими красными или черными линиями. Заготовка в первой проекции изображается в рабочем положении, какое она занимает при обработке на станке. На поверхностях, подлежащих обработке, указывается припуск, и они обводятся жирными линиями.

4. Уточнение рабочих положений инструментов, размеров и направлений их перемещений, направлений сил резания и сил зажима.

5. Вычерчивание элементов приспособления для направления режущего инструмента — кондукторных и направляющих втулок и т. п.

6. Вычерчивание установочных, центрирующих и опорных элементов (неподвижные и подвижные опоры, упоры и т. п.).

7. Выбор конструкций зажимных и вспомогательных инструментов приспособления (винты, клинья, рычаги и пр.) и изображение их на чертеже.

8. Вычерчивание корпуса приспособления с необходимым числом проекций и разрезов и уточнение всех элементов приспособления, проверка удобства установки, снятия и зажима заготовки и удаления стружки.

9. Изготовление чертежа общего вида приспособления. На чертеже должны быть нанесены координатные и основные размеры с отклонениями, зависящими от размеров обрабатываемых заготовок и определяющими точность обработки, наладочные размеры, габаритные и посадочные размеры приспособления.

5.6. Проектирование режущего и измерительного инструмента

В технологических картах указывается нормализованный и специальный режущий инструмент. Нормализованный режущий инструмент (резцы, сверла, метчики и пр.) комплектуется из имеющегося на производстве или приобретается, а на специальный режущий инструмент составляются рабочие чертежи, по которым он затем изготавливается.

К специальному режущему инструменту относятся фасонные резцы и фрезы, удлиненные и ступенчатые сверла, зенкеры и развертки, комбинированные инструменты, например сверло-зенкер, зенкер-развертка и т. д. Дисковые фасонные резцы и фасонные фрезы при угле резания $\delta=90^\circ$ имеют в диаметральном сечении профиль, соответствующий профилю сечения обработанной поверхности заготовки. При угле резания меньше 90° требуется корректировка профиля инструмента.

При проектировании протяжек выбирается схема резания зубьями протяжки (профильная, генераторная,

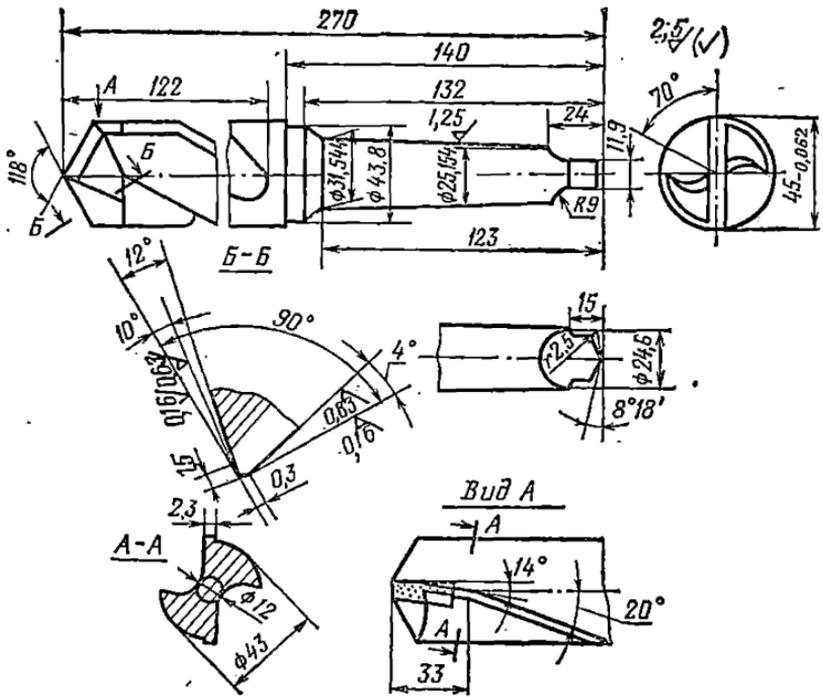


Рис. 24. Спиральное сверло с пластинкой твердого сплава.

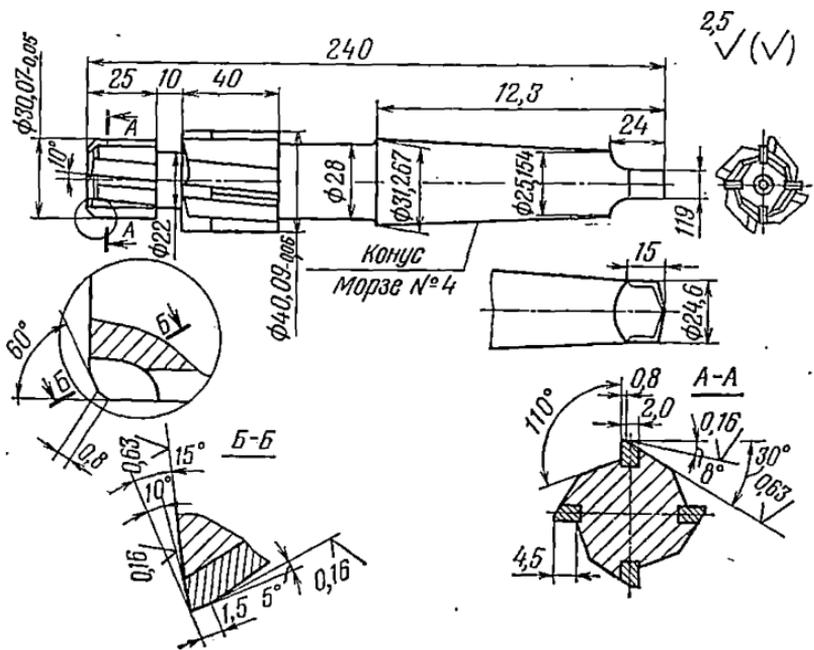


Рис. 25. Комбинированный зенкер.

прогрессивная и др.). Назначаются рабочие участки протяжки, геометрия зубьев различных участков, рассчитывается шаг зубьев, обеспечивающий размещение стружки между зубьями протяжки. Поперечное сечение протяжки рассчитывается на прочность с учетом действия возможной силы резания.

Проектируемый режущий инструмент целесообразно оснащать пластинками твердых сплавов, марки которых выбираются в зависимости от назначения инструмента и области его применения.

Примеры чертежей режущего инструмента приведены на рисунках 24 и 25. Подавляющее большинство измерительных инструментов представляет собой или универсальные средства (микрометр, штангенциркуль, линейка, индикаторная скоба и т. д.), или предельные калибры-пробки и скобы. В этих случаях измерительный инструмент не проектируется, а подбирается из имеющегося на предприятии или приобретается.

В отдельных случаях необходимо применение специального инструмента, на который составляются рабочие чертежи. К такому инструменту относятся фасонные шаблоны, линейные скобы, круглые скобы больших диаметров, поверочные приспособления, контрольные скалки и т. д.

При проектировании специального измерительного инструмента учитываются его назначение, контролируемые размеры и качество точности. Специальный измерительный инструмент проектируется по принципу предельных калибров или оснащается индикаторными устройствами.

При проверке взаимного расположения отверстий или плоскостей в корпусных деталях возникает необходимость проектирования сложных контрольных приспособлений со съемными контрольными скалками и индикаторными устройствами. Проектные решения принимаются в каждом отдельном случае в зависимости от конструкции и технических требований к обрабатываемой детали.

Раздел третий

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Глава 1

ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ КЛАССА «КРУГЛЫЕ СТЕРЖНИ»

●

1.1. Классификация валов

Детали класса «круглые стержни» подразделяются на следующие типы: валы, оси, пальцы, тяги, штоки, клапаны. Основные представители деталей класса «круглые стержни» — валы. Существуют следующие конструктивные разновидности валов: гладкие, ступенчатые, эксцентриковые, кулачковые, коленчатые и шлицевые. Валы могут иметь на отдельных участках конусные поверхности, шпоночные канавки, шлицы, резьбы, отверстия, шестерни, выполненные с валом как единое целое. Наиболее часто применяются валы диаметром 30—80 мм и длиной 150—1000 мм. Различают валы жесткие ($\frac{L}{D} \leq 10$) и нежесткие ($\frac{L}{D} > 10$), где L — длина вала; D — диаметр в средней части.

Жесткие валы могут обрабатываться на токарных станках в патронах и в центрах без люнетов. Нежесткие валы требуют применения подвижных или неподвижных люнетов.

Валы изготавливаются из углеродистых и легированных конструкционных сталей (Ст.3—Ст.5, 35, 40, 45, 40Г, 50Г, 40Х, 45Х, 50Х и др.) и, как правило, подвергаются термической обработке. Твердость термически обработанного вала задается с учетом условий его работы. Так, шлицевые валы свеклоуборочных комбайнов из стали 40Х имеют твердость на шейках НРС 28—34, а на шлицах НРС 33—40.

Для экономии металла путем уменьшения размеров детали при сохранении ее прочности в настоящее время взамен углеродистых сталей применяются низколегированные стали. Так, взамен стали Ст.3 используются ста-

ли 09Г2, 09Г2С, 12ГС, взамен Ст.5 — 20Г2С, 10Г2Б и т. д. При изготовлении коленчатых валов двигателей используется также высокопрочный глобулярный чугун.

Валы сельскохозяйственных машин, как правило, термической обработке не подвергаются. Для отдельных участков валов (посадочные шейки, шлицы) тракторов и автомобилей обычно применяется поверхностная термическая обработка — закалка токами высокой частоты.

Точность обработки отдельных участков валов и шероховатость поверхности зависят от назначения и условий работы вала. Шейки валов, предназначенные для посадки подшипников качения, обрабатываются по 6 качеству с шероховатостью $R_a=1,25-0,63$ мкм. Для посадки зубчатых колес, звездочек, муфт обработка должна производиться по 8—11 качествам с шероховатостью $R_a=5-2,5$ мкм. Несопрягаемые поверхности валов выполняются по 14 качеству с шероховатостью $R_z=80-40$ мкм.

1.2. Предварительная обработка заготовок валов

Вид заготовки, используемой для изготовления вала, зависит от материала, конструкции и размеров детали. Наиболее часто для тонких и длинных ступенчатых валов применяется круглый прокат. Заготовки для коротких ступенчатых валов с большими перепадами диаметров могут изготавливаться путем штамповки иликовки на горизонтально-ковочных машинах или другом кузнечном оборудовании. Используются также ротационнаяковка, прокатка на ковочных вальцах.

Для деталей сельскохозяйственных машин широкое распространение получили заготовки из калиброванной стали 9—11 качеств точности. Их можно превратить в готовые детали без большого объема токарной обработки. Для валов, изготавливаемых из высокопрочного чугуна (коленчатые, кулачковые и др.) заготовками служат отливки. Прутки в качестве заготовок валов, как правило, имеют кривизну, превышающую допустимые пределы, поэтому их до механической обработки подвергают правке в холодном или горячем виде на правильнокалибровочных машинах. Заготовки валов из проката нарезаются на пресс-ножницах, фрезерно-отрезных, ножовочных, токарных и токарно-револьверных станках.

Для получения заготовок из проката большого диаметра применяется газопламенная резка.

Чаще всего обработка валов включает следующие этапы:

- 1) подрезание обоих торцов заготовки поочередно или одновременно;
- 2) центрование заготовки с двух сторон;
- 3) черновое обтачивание (обычно с двух установов);
- 4) чистовое обтачивание;
- 5) черновое шлифование шеек;
- 6) фрезерование шпоночных пазов или шлицев;
- 7) сверление отверстий;
- 8) нарезание резьбы;
- 9) термическая обработка;
- 10) чистовое шлифование шеек.

В зависимости от конструктивных особенностей вала и технических требований маршрут обработки может несколько усложниться введением дополнительных операций: токарной обработки под люнет, полирования, промежуточной правки и т. п.

Большинство валов обрабатывается с установкой в центрах, что обеспечивает высокую производительность, точность, легкость установки и доступность для измерений. В связи с этим заготовки должны подвергаться предварительной обработке, заключающейся в подрезке торцов и изготовлении центровых гнезд. Такая обработка может производиться на токарных станках с зажимом заготовок в трехкулачковом патроне и люнете. Операция центрования заготовок может также выпол-

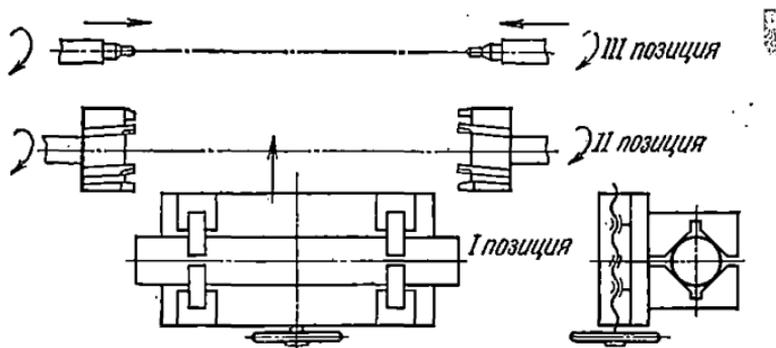


Рис. 26. Принципиальная схема работы фрезерно-центрального станка.

няться на двух- и односторонних центровальных станках, а подрезка торцов чаще всего производится на продольнофрезерных или горизонтально-фрезерных станках.

При крупносерийном и массовом производствах целесообразно выполнять фрезерование торцов и центрование на фрезерно-центровальных станках моделей МР73М, МР76М, МР78М. Принципиальная схема работы фрезерно-центровального станка показана на рисунке 26.

1.3. Обработка валов на токарных станках

Мелкие ступенчатые валики диаметром до 25 мм и длиной до 150 мм обрабатываются на автоматах продольного точения, револьверных или токарных станках. Валы больших диаметров обрабатываются на токарных станках, токарных гидрокопировальных или многорезцовых полуавтоматах. Последние используются для обработки жестких многоступенчатых валов при большом припуске на обработку.

В крупносерийном и массовом производствах обточка валов производится на вертикальных многопозиционных токарных многошпиндельных полуавтоматах моделей 1282, 1К282, 1А283 и других, на одношпиндельных многорезцовых полуавтоматах моделей 1А720, 1А730, 1721 и других и на токарных гидрокопировальных полуавтоматах 1712, 1722 и т. д. В среднесерийном и мелкосерийном производствах используются токарные станки, оснащенные гидрокопировальными суппортами и другими устройствами, ускоряющими работу путем уменьшения вспомогательного времени (например, копировальное приспособление В. К. Семинского для обработки ступенчатых валов). При обработке на полуавтоматах достигается 11 квалитет точности. Обработка на гидрокопировальном полуавтомате одним резцом часто оказывается более выгодной, чем на многорезцовом, так как время настройки гидрокопировального полуавтомата в 2—3 раза меньше, а обработка более точна, особенно при длинных ходах.

При обработке в центрах передний центр вращается вместе с деталью, не изнашиваясь, неподвижный задний центр изнашивается. Широкое распространение получили вращающиеся центры, хотя они менее жестки и виброустойчивы. Радиальное биение их не должно превы-

шать 0,2 допуска на биение обработанной поверхности детали.

Для передачи крутящего момента от шпинделя на деталь применяются пальцевые поводковые патроны и хомутики, трехкулачковые патроны, быстрозажимные поводковые патроны с поворотными кулачками или поводковые утопающие передние центры. При обработке длинных валов используются люнеты, повышающие жесткость заготовки при обработке в 8—11 раз. Подвижные люнеты (двухкулачковые) перемещаются вместе с резцом, неподвижные (трехкулачковые) закреплены на станке и прохождения резца не допускают. Под люнет производится предварительная проточка опорной шейки на заготовке либо на заготовку надевается гильза, наружная поверхность которой служит опорной шейкой. Кулачки люнета могут быть скользящими бронзовыми или стальными роликовыми наконечниками. Иногда вместо роликов используются шарикоподшипники.

Для обработки жестких ступенчатых валов широко применяются токарные многорезцовые полуавтоматы. Экономическая точность обработки на них обычно соответствует $IT11$ — $IT13$, поэтому целесообразно использовать их для черновой обработки. Характерной особенностью этих полуавтоматов является одновременная работа нескольких резцов, устанавливаемых в переднем и заднем суппортах. Резцы переднего суппорта выполняют продольное обтачивание; заднего — протачивание

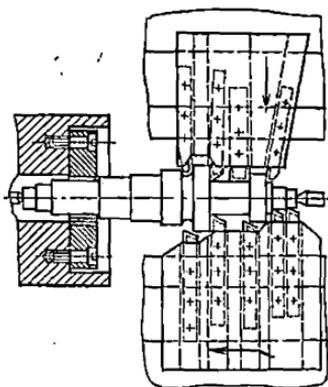


Рис. 27. Наладка токарного многорезцового полуавтомата для обработки ступенчатого валика.

канавок, подрезание торцов, уступов и снятие фасок. Конусные поверхности обрабатываются с помощью копирных линеек, установленных в переднем суппорте. Обработка длинных участков цилиндрических поверхностей валов производится одновременно несколькими резцами путем деления длинного участка на короткие составляющие. Пример наладки токарного многорезцового полуавтомата показан на рисунке 27.

Широкое применение для обработки ступенчатых валов на заводах автотракторостроения получили токарные гидрокопировальные полуавтоматы. На этих станках обработка производится резцами, установленными в верхнем продольном и в нижних поперечных суппортах. Продольное обтачивание заготовки осуществляется с помощью гидросуппорта, управляемого копиром или эталонной деталью. На этих станках может выполняться как черновое, так и чистовое точение валов по 8—10 квалитетам точности, в том числе и нежестких валов.

В условиях серийного производства для обработки валов могут быть использованы станки с числовым программным управлением.

1.4. Обработка различных конструктивных элементов валов

Фрезерование шпоночных пазов производится на универсальных горизонтально-фрезерных станках дисковыми фрезами, если разрешаются радиусные вход и выход паза вала. Врезные шпоночные пазы под призматическую шпонку со скругленными концами фрезеруются на шпоночно-фрезерных станках моделей 692Д, 692А, ДФ-82 маятниковым способом концевой шпоночной фрезой. Они работают по полуавтоматическому циклу. При каждом ходе фреза заглубляется на 0,05—0,25 мм. В условиях мелкосерийного производства эти пазы фрезеруются на вертикально-фрезерных станках. В этом случае предварительно сверлится отверстие диаметром, равным ширине паза, для установки фрезы на заданную глубину. Фрезерование производится за один рабочий ход.

В сельскохозяйственном машиностроении широко применяются шлицевые соединения прямого и треугольного профиля. Шлицевые соединения прямого профиля могут центрироваться по наружному или внутреннему диаметру, а также по ширине шлицев. На валах после токарной обработки шлицевые зубья обычно образуются фрезерованием. Применяется также холодное накатывание (эвольвентный и треугольный профили). Технология изготовления зависит от способа центрирования и необходимости термической обработки.

Шлицы валов с центрированием по внутреннему диаметру подвергаются следующей обработке. Сначала они фрезеруются с припуском на шлифование и канавки для

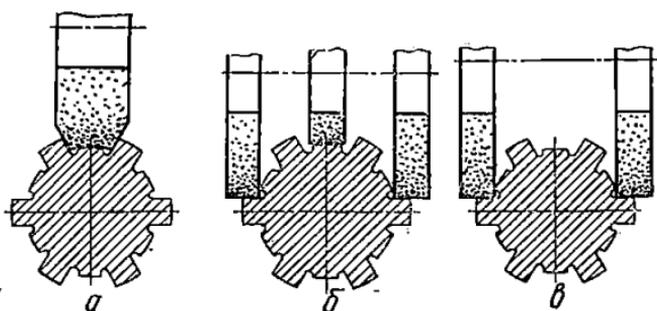


Рис. 28. Схемы шлифования шлицев валов:

a и *б* — при центрировании по внутреннему диаметру; *в* — при центрировании другими методами.

выхода фасонного шлифовального круга. Затем, после термической обработки, производится чистовое шлифование боковых поверхностей и центрирующей поверхности внутреннего диаметра фасонным шлифовальным кругом.

Обработка валов с центрированием по наружному диаметру выполняется в такой последовательности. Шлицы фрезеруются с припуском под шлифование боковых поверхностей. После термической обработки производится чистовое шлифование боковых поверхностей шлицев и чистовое наружное шлифование. Если шлицы не подвергаются термической обработке, то после чистового шлифования наружной поверхности производится только чистовое фрезерование шлицев. Шлицы обрабатываются на шлицефрезерных полуавтоматах моделей 5350, 5603, 5618А червячной фрезой за один или два рабочих хода в зависимости от глубины шлицев и требуемой точности. В мелкосерийном производстве применяется фрезерование шлицев на горизонтально-фрезерных станках шлицевыми дисковыми фрезами.

Шлифование шлицев выполняется на шлицешлифовальных полуавтоматах моделей 3450, 3451. При центрировании по внутреннему диаметру пользуются фасонным шлифовальным кругом, обрабатывающим боковые поверхности двух соседних шлицев и цилиндрическую поверхность внутреннего диаметра между ними (рис. 28, *a*) или набором кругов (рис. 28, *б*). Шлифование боковых поверхностей при остальных методах центрирования может производиться двумя шлифовальными кругами по схеме, показанной на рисунке 28, *в*. Наружная поверх-

ность шлицев шлифуется на круглошлифовальных станках. На валах могут встречаться такие конструктивные элементы, как лыски, квадраты. Лыски и квадраты обрабатываются на горизонтальных фрезерных станках в центрах с использованием делительных головок (одношпиндельных и многошпиндельных).

На валах различают отверстия двух основных типов: глубокие смазочные (осевые и наклонные) и короткие (радиальные) для крепежных деталей (штифтов, шплинтов и т. п.). Глубокие отверстия сверлятся на специальных горизонтальных сверлильных станках, а радиальные — на вертикально-сверлильных.

Нарезание наружной резьбы на закаливаемых валах выполняется до термической обработки, на незакаливаемых — после окончательного шлифования шеек во избежание смятия резьбы при транспортировке.

Наружная резьба на валах может быть изготовлена на токарно-винторезных, токарно-револьверных станках (1Н318, 1А340, 1365), токарно-револьверных автоматах (1Б136, 1Б140 и др.), резьботокарных полуавтоматах (1920, 1А922 и др.), резьбонакатных и резьбофрезерных полуавтоматах (КТ-85, КТ-86, 5К63).

В серийном и массовом производствах резьбы средней точности (6g, 6h, 6H) можно получить на резьботокарных и резьбонакатных полуавтоматах, резьбы грубого класса точности (8g, 8h, 7H, 7G) — на резьбофрезерных полуавтоматах, токарно-револьверных станках и автоматах. В мелкосерийном производстве нарезание резьбы производится на токарно-винторезных станках, которые с применением резьбовых резцов или вихревого метода нарезания могут обеспечить получение точных резьб (4h, 4H, 5H) и резьб среднего класса точности.

В сельскохозяйственных машинах применяются передачи, в которых используются детали в виде вала-шестерни с цилиндрическими или коническими зубьями. Помимо обычных конструктивных элементов в виде буртов, шлицев, резьб, на этих деталях имеются зубья, образующие шестерню. Технологический процесс токарной обработки такой детали аналогичен обработке ступенчатого вала. Отличие заключается в том, что перед термической обработкой и выполнением чистовых и финишных операций производятся операции нарезания зубьев. Выбор метода обработки зубьев зависит от конструктивно-технологических особенностей детали (цилиндрические

или конические зубья, место расположения зубьев, модуль, степень точности, годовая программа выпуска и т. д.). Методы обработки зубьев зубчатых колес приведены в главе 3.

1.5. Чистовая и финишная обработка валов

Чистовая обработка валов осуществляется точением и шлифованием. Чистовое точение обеспечивает получение 7—9 квалитетов точности и шероховатости поверхности $R_a=2,5$ мкм, шлифование — 6 квалитет точности и шероховатость $R_a=0,63$ мкм. Обработка шеек незакаливаемых валов обычно ограничивается чистовым точением.

Чистовое точение шеек валов выполняется на токарно-винторезных станках и токарных гидрокопировальных полуавтоматах. Шлифование обычно осуществляется за две операции — черновое и чистовое на круглошлифовальных станках методом продольной или поперечной (врезанием) подачи. Первый метод применяется при большой длине обрабатываемой поверхности. Для шлифования коротких шеек длиной до 60 мм целесообразно использовать второй метод. Врезным шлифованием обрабатываются также ступенчатые, конические и фасонные поверхности, для чего шлифовальный круг должен иметь соответствующую форму. В крупносерийном и массовом производствах для обработки ступенчатых валов широко пользуются многокруговым шлифованием методом врезания (с использованием торцешлифовальных станков).

Точность формы шеек вала зависит от состояния центровых гнезд. Для повышения точности перед чистовым шлифованием центровые гнезда правятся с помощью конусного абразивного круга либо с помощью притира.

В серийном и массовом производствах высокую производительность при обработке валов обеспечивает применение бесцентрового шлифования, которое может осуществляться с продольной подачей или с поперечной (врезное). На бесцентровое шлифование оставляется припуск значительно меньше, чем на шлифование в центрах, так как не требуется компенсировать погрешность установки.

Шлифование напроход применяется при обработке гладких длинных и коротких валов, врезное шлифова-

ние — при обработке ступенчатых и конических. При бесцентровом шлифовании может быть осуществлена автоматизация загрузочной операции.

При использовании в качестве заготовок прутков из холодноотянутой стали 10 качества точности можно ограничиться припуском 0,2 мм на диаметр и изготовлять гладкие валы путем правки и резки заготовок и их последующей обработки методом бесцентрового шлифования. При этом достигается 7—8 качество точности.

При повышенных требованиях к качеству обработки, когда необходимо получить поверхность с $R_a=0,63—0,32$ мкм, применяются такие финишные методы обработки, как суперфиниширование, полирование, накатывание шариками или роликами, выглаживание.

1.6. Контроль валов

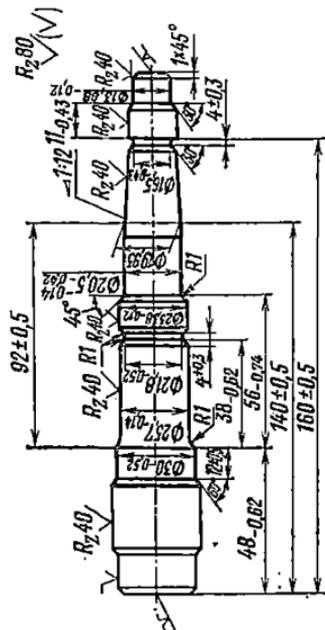
Контроль валов включает проверку диаметров шеек, длин участков, биения шеек валов относительно оси, проверку отдельных конструктивных элементов валов: шлицевых поверхностей, шпоночных канавок, резьб, галтелей и т. п. Помимо этого, производится контроль твердости деталей или заготовок после термической обработки и дефектоскопия.

В сельскохозяйственном машиностроении при серийном и массовом производствах контроль диаметров валов выполняется с помощью предельных скоб, индикаторных скоб; проверка длин участков — с помощью предельных шаблонов или линейных скоб. При мелкосерийном производстве используется универсальный инструмент: штангенциркули, микрометры, линейки. Контроль биения шеек валов осуществляется после установки вала в центрах или на призмах. Биение определяется с помощью прибора индикаторного типа. Для проверки радиусов галтелей применяются шаблоны. Шлицевой участок вала контролируется с помощью предельных калибров. Предельными скобами проверяются наружный и внутренний диаметры (если они подлежат контролю) и ширина гребня. Помимо этого, с помощью проходного комплексного шлицевого кольца производится проверка правильности взаимного расположения отдельных элементов профиля. Шпоночные пазы контролируются плоскими предельными калибрами; резьбы на валах — предельными резьбовыми кольцами: проход-

Схема технологического процесса обработки хвостовика вала рулевого управления

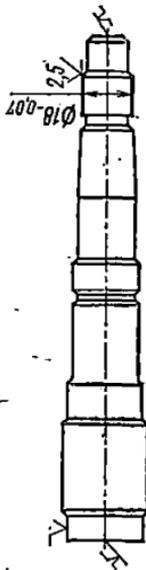
Номер операции	Наименование операции и ее содержание	Операционный эскиз	Станок (тип, модель)
1	Фрезерно-центровальная. Фрезерование торцов и зацентровка с двух сторон		Фрезерно-центровальный
2	Токарная. Черновое обтачивание с одной стороны		Токарный гидроконтрольный

3 Токарная. Черновое обтачивание с другой стороны



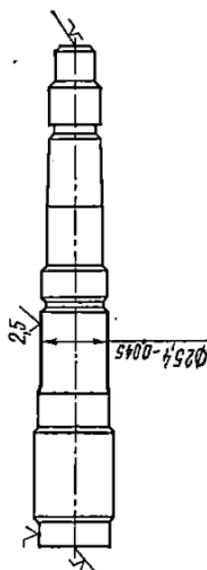
Токарный гидрокопировальный

4 Шлифовальная. Черновое шлифование шейки под шлицы



Круглошлифовальный 3Н161

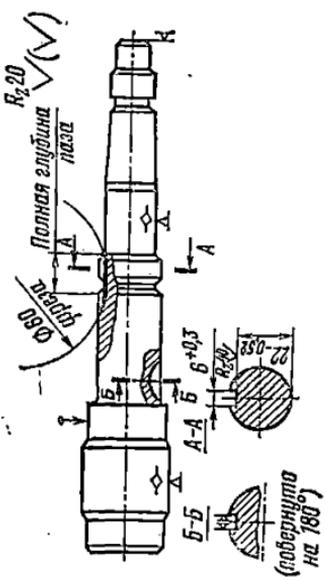
5 Шлифовальная. Черновое шлифование шейки



Круглошлифовальный 3Н161

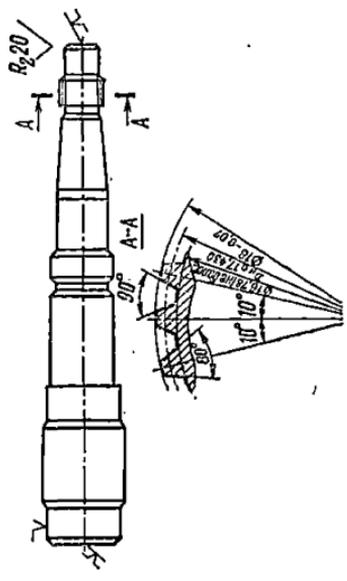
Номер операции	Наименование операции и ее содержание	Операционный эскиз	Станок (тип, модель)
6	Шлифовальная. Черновое шлифование шейки		Круглошлифовальный 3Н161
7	Фрезерная. Фрезерование наза под сегментную шпонку		Горизонтально-фрезерный 6Н81

8 Фрезерная. Фрезерованная паза



Горизонтально-фрезерный 6Н81

9 Шлицефрезерная. Нарезанные шлицы треугольного профиля



Зубофрезерный 5К301

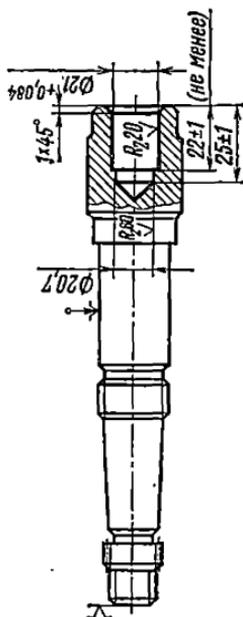
Номер операции	Наименование операции и ее содержание	Операционный эскиз	Ставок (тип, модель)
10	Шлифовальная. Чистовое шлифование шейки		Круглошлифовальный ЗН161
11	Шлифовальная. Чистовое шлифование шейки		Круглошлифовальный ЗН161
12	Токарная. Нарезание резьбы М16×1,5-6 g		Токарно-винторезный 1М61

13 Резьбофрезерная. Фрезерование резьбы M24X1,5-6 g



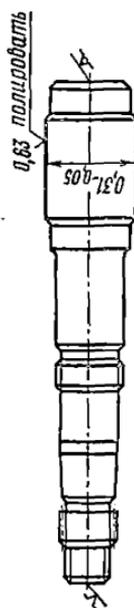
Резьбофрезерный полуавтомат

14 Токарно-револьверная. Сверление, зенкование и развертывание центрального отверстия



Токарно-револьверный 1341

15 Полировальная. Полирование шейки



Токарно-винторезный 1МБ1

16 Слесарная. Зачистка заусенцев

Глава 2

ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ КЛАССА «ПОЛЫЕ ЦИЛИНДРЫ»



2.1. Классификация деталей класса «полые цилиндры»

Класс «полые цилиндры» объединяет детали в виде полых тел вращения, характерными конструктивными особенностями которых являются длина детали и толщина стенки. К классу «полые цилиндры» могут быть отнесены детали следующих типов: гильзы, цилиндры, втулки, поршни, ступицы колес, барабаны, стаканы, вкладыши подшипников. Основными представителями деталей класса «полые цилиндры» можно считать втулки и гильзы. Обработка гильз цилиндров двигателя рассмотрена в главе 6 настоящего раздела. Ниже приводится технология обработки втулок различных типов.

По конструктивным признакам различаются втулки таких типов: гладкие, с буртом, с фланцем, разрезные, тонкостенные и др. В сельскохозяйственном машиностроении втулки обычно применяются в качестве подшипников скольжения с отношением длины к диаметру не более 2. Обработка наружных и внутренних поверхностей производится по 6—8 квалитетам точности с шероховатостью внутренней поверхности $R_a=2,5—0,32$ мкм и наружной — $R_a=2,5—1,25$ мкм.

Часто отверстия во втулках окончательно обрабатываются после их запрессовки. Поверхности торцов втулок могут иметь шероховатость $R_z=40—10$ мкм. Для изготовления втулок применяются бронза, латунь, серый и ковкий чугун, биметаллические ленты, сталь и пластмассы.

В зависимости от размеров и конструктивных особенностей заготовками втулок могут служить отливки в виде отдельных заготовок, полых или сплошных стержней, поковки, штамповки, цельнотянутые трубы, калиброванные или горячекатаные прутки. Для втулок с внутренним диаметром свыше 20 мм целесообразно применять полые заготовки в виде труб, отливок и штамповок.

2.2. Обработка втулок

Технологические процессы обработки втулок различаются в зависимости от конструктивных особенностей детали и вида заготовки.

При обработке втулок из штучных полых заготовок целесообразно придерживаться такой последовательности:

1) зенкерование отверстия, подрезание торца и снятие фаски;

2) черновое и чистовое обтачивание наружной поверхности, подрезание второго торца втулки, снятие фасок, обработка бурта, проточка канавок, нарезание резьбы и др.;

3) сверление смазочной канавки.

Обработку внутренней и наружной поверхностей рекомендуется выполнять на токарно-револьверных станках моделей 1341, 1П365, токарных многошпиндельных горизонтальных патронных полуавтоматах моделей 1А240П-6, 1А240П-8 и др.

Первая операция выполняется с закреплением детали в трехкулачковом патроне, вторая — с установкой на шпиндельной разжимной оправке. Для остальных операций используются различные станки (сверлильные, шлифовальные) в зависимости от характера выполняемой работы.

Обработка втулок из прутков обычно выполняется с одного станка на токарно-револьверных станках и автоматах (1Н325, 1А340, 1Б136, 1Б140, 1А240-6, 1А240-8) в следующем порядке: подрезка торца у прутка, подача прутка до упора, зацентровка под сверление, сверление отверстия, черновое и чистовое обтачивание наружной поверхности, снятие фасок, развертывание и отрезание. Снятие внутренней фаски с противоположного торца втулки является отдельной операцией.

Обработка втулок из полых заготовок в виде труб и стержней может производиться с предварительной резкой заготовки или без нее. В первом случае последующая механическая обработка осуществляется по схеме изготовления втулок из штучных заготовок, во втором обработка ведется с одного станка в последовательности, предусмотренной для изготовления втулок из прутка (за исключением сверления, которое заменяется зенкерованием).

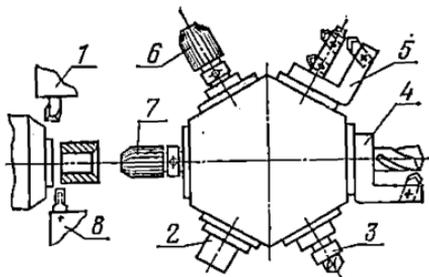


Рис. 30. Схема настройки токарно-револьверного станка для изготовления гладкой втулки:

1 — подрезание торца прутка; 2 — подача прутка до упора; 3 — зацентровка под сверление; 4 — сверление отверстия и черновое обтачивание наружной поверхности; 5 — растачивание (зенкерование) отверстия, чистовое обтачивание наружной поверхности и снятие внутренней фаски; 6 — черновое развертывание; 7 — чистовое развертывание; 8 — отрезание.

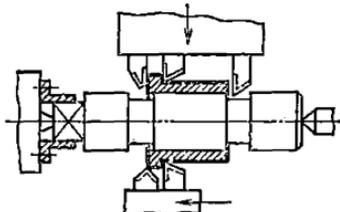


Рис. 31. Наладка токарного многолезцового полуавтомата для обтачивания наружной поверхности и подрезания торцов.

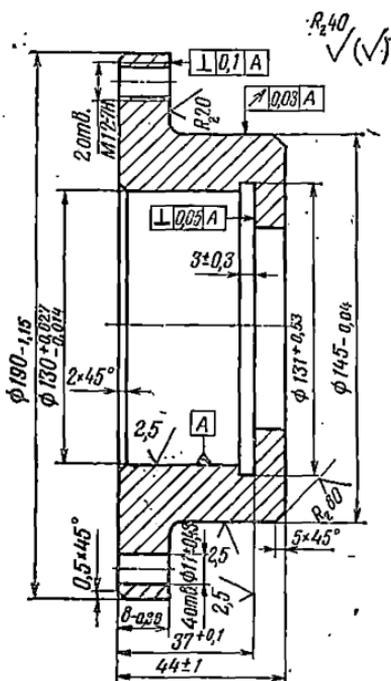


Рис. 32. Стакан роликоподшипника.

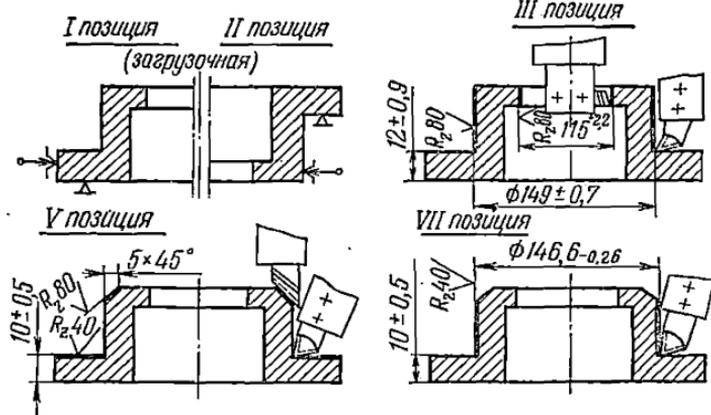
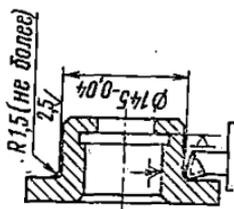


Рис. 33. Схема наладки токарного восьмишпindleльного полуавтомата для двухцикловой обработки стакана роликоподшипника — обработка с установкой на I позиции.

Схема технологического процесса обработки стакана роликподшипника

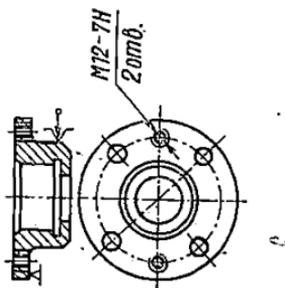
Номер операции	Наименование операции и ее содержание	Операционный эскиз	Станок (тип, модель)
1	Токарная. Обтачивание наружных и растачивание внутренних поверхностей, подрезание торцов, сверление отверстий		Восьмишпиндельный токарный полуавтомат 1282
2	Токарная. Чистовое подрезание торца фланца		Токарно-винторезный 1К62
3	Расточная. Чистовое растачивание отверстия		Токарно-револьверный

4 Токарная. Чистовое обтачивание наружной цилиндрической поверхности



Токарно-винторезный
1К62

5 Резьбонарезная. Сверление и нарезание резьбы в двух отверстиях.



Вертикально-сверлильный
2А135

В мелкосерийном и индивидуальном производствах обработка втулок производится обычно на токарно-винторезных станках.

Отверстия втулок, устанавливаемых с натягом в корпусные детали, как правило, обрабатываются окончательно после запрессовки втулки.

Пример настройки токарно-револьверного станка с вертикальной осью вращения револьверной головки на изготовление втулки из прутка показан на рисунке 30. Втулка гладкая, без буртов и канавок.

На рисунке 31 показана наладка токарного одношпиндельного многорезцового полуавтомата на выполнение второй операции обработки втулки, изготавливаемой из штучной заготовки (первая операция — обработка отверстия). Обтачивание наружной поверхности втулки и подрезание торцов производится с использованием продольного и поперечного суппортов. Заготовка закрепляется на цилиндрической центровой оправке посредством прессовой посадки.

Детали сложной формы в массовом производстве могут обрабатываться на многошпиндельных вертикальных токарных полуавтоматах.

Подобного типа деталь и ее обработка показаны на рисунках 32, 33 и 34, а в таблице 3 приведена схема технологического процесса ее обработки. Заготовкой

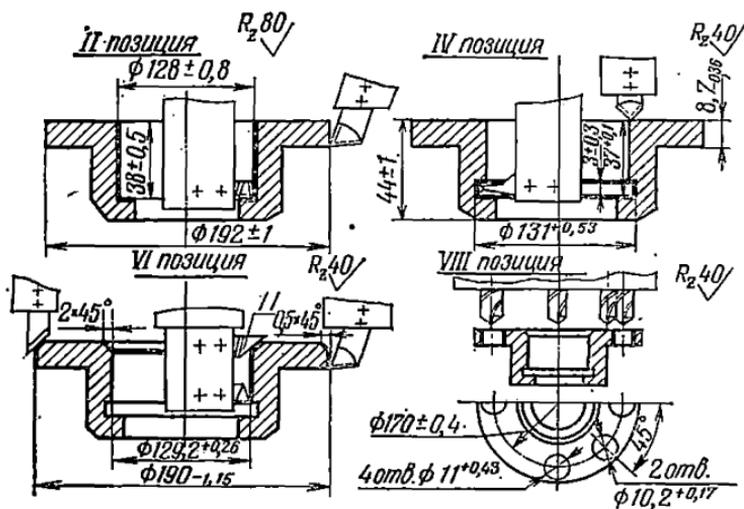


Рис. 34. Обработка стакана роликоподшипника с установкой на II позиции.

служит отливка из серого чугуна СЧ21—40. Первая операция выполняется на вертикальном токарном восьмишпиндельном полуавтомате. Применяется двухцикловая обработка, при которой заготовка, установленная на I позиции, обрабатывается на позициях III, V и VII, а заготовка, установленная на II позиции (в перевернутом положении), — на позициях II, IV, VI и VIII.

Глава 3

ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ КЛАССА «ДИСКИ»

3.1. Классификация деталей класса «диски»

Детали класса «диски» имеют форму тела вращения с малым отношением толщины к диаметру (менее 0,5), с центральным гладким отверстием или со шлицами. В зависимости от конструктивных особенностей детали этого класса могут быть разделены на следующие типы: диски, зубчатые колеса (цилиндрические, конические, червячные), звездочки, шкивы, маховики, колеса, катки, тормозные барабаны, фланцы, поршневые кольца.

В качестве материала для изготовления деталей класса «диски» используются серый чугун, углеродистая и легированная сталь.

Заготовками служат отливки, штамповки, круглый и листовой прокат.

Все детали этого класса имеют общую схему обработки, состоящую в том, что вначале обрабатывается центральное отверстие и торец, используемые в качестве технологических баз на последующих операциях механической обработки.

Отдельное место занимают диски плугов, сеялок, борон и лушительников, которые изготавливаются штамповкой из листового проката с ограниченной механической обработкой.

3.2. Обработка шкивов и маховиков

В конструкциях сельскохозяйственных машин шкивы и маховики находят широкое применение. Шкивы имеют отверстия в ступицах, длина которых больше их диаметра. Типовой маршрут обработки шкивов состоит в

следующем. На первой операции выполняется зенкерование литого отверстия с подрезкой торца ступицы. Обработка производится на вертикально-сверлильном станке комбинированным зенкером. Второй торец ступицы подрезается также на вертикально-сверлильном станке. Третьей операцией является протягивание шлицев или шпоночной канавки. При повышенных требованиях к точности отверстия ступицы оно предварительно также протягивается. Обработка наружных поверхностей производится после установки шкива на шлицевой оправке на многолезцовых токарных полуавтоматах или токарно-револьверных станках.

В некоторых случаях шкивы имеют крепежные отверстия в ступицах или в ободе, которые обрабатываются на вертикально-сверлильных станках с использованием накладных кондукторов или многшпиндельных сверлильных головок. После завершения механической обработки быстровращающиеся шкивы подвергаются статической балансировке.

Маховик — неотъемлемая деталь каждого двигателя внутреннего сгорания. Он отливается из серого чугуна твердостью НВ 180—240 и представляет собой тело вращения с большой массой. Маховик имеет точно обработанный торец под диски муфты сцепления, посадоч-

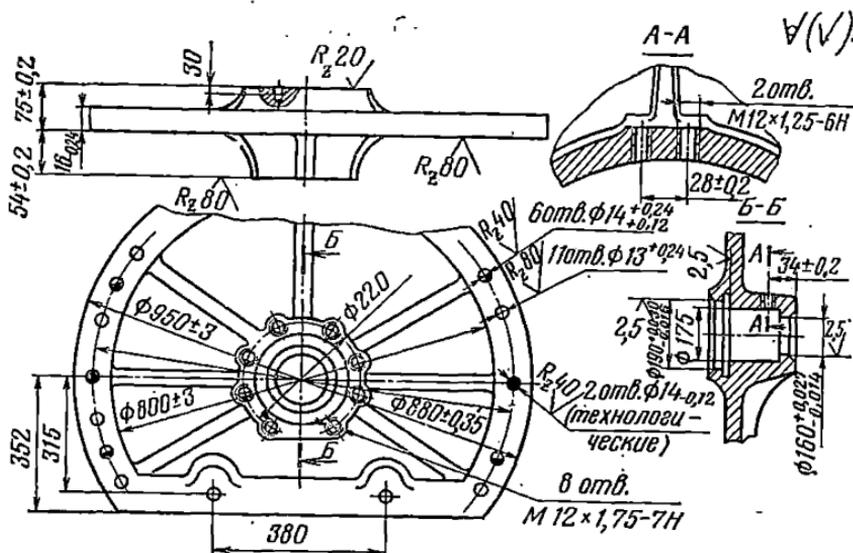


Рис. 35. Корпус бортовой передачи трактора.

ное отверстие для установления на фланец коленчатого вала и два установочных отверстия для угловой ориентации маховика. Все поверхности маховика должны быть обработаны.

Массивные маховики обычно обрабатываются на токарно-карусельных станках. На первой операции производится черновая и чистовая обработка всех поверхностей, доступных с одной стороны. В качестве базовых поверхностей на этой операции используются торец маховика и наружная поверхность, которой маховик закрепляется в трехкулачковом патроне.

На второй операции базами являются обработанный торец и расточенная внутренняя поверхность маховика под диски муфты сцепления, которая используется для закрепления заготовки трехкулачковым патроном на разжим. На этой операции производятся черновая и чистовая обработки торцовых поверхностей и посадочного отверстия с другой стороны.

Сверление и развертывание отверстий, зенкование фасок, нарезание резьбы выполняются обычно на радиально-сверлильном станке.

Балансировка маховика в сборе с зубчатым венцом производится на балансировочном станке со сверлильным шпинделем. Зубчатый венец надевается на маховик в нагретом состоянии (электронагрев до 300°C).

В условиях массового производства для обработки маховиков применяются восьмишпиндельные токарно-карусельные полуавтоматы.

К деталям класса «диски», помимо перечисленных, могут быть отнесены и такие детали, как корпус бортовой передачи трактора (рис. 35). В таблице 4 приведена схема технологического процесса обработки этой детали. Заготовка представляет собой отливку из серого чугуна СЧ21—40. В связи с большими размерами заготовки токарная обработка производится на токарно-карусельном станке, а сверление отверстий и нарезание резьбы в них — на радиально-сверлильном.

3.3. Обработка цилиндрических зубчатых колес

Зубчатые колеса, в зависимости от конструктивных особенностей, можно разделить на колеса с наружным и внутренним зацеплением, на одновенцовые с прямыми, винтовыми и шевронными зубьями, двух- и трех-

Схема технологического процесса обработки корпуса бортовой передачи трактора

Номер операции	Наименование операции и ее содержание	Операционный эскиз	Станок (тип, модель)
1	Токарная. Подрезание торцов фланца и ступицы и черновое растачивание отверстия		Токарно-карусельный 1520 (1516)
2	Токарная. Подрезание торца ступицы с другой стороны		Токарно-карусельный

Номер операции	Наименование операции и ее содержание	Операционный эскиз	Станок (тип, модель)
5	Расточная. Чистовое растачивание отверстия ступицы	<p>Базовые шп. φ14-0,12</p>	Вертикально-расточный
6	Сверлильная. Сверление отверстий, нарезание резьбы	<p>8 шт. М12×1,75-7H</p>	Радиально-сверлильный 2Н55

венцовые с прямыми зубьями. Предусмотрено 12 степеней точности зубчатых колес. Степень точности устанавливается конструктором с учетом назначения и условий работы зубчатой передачи. Основным критерием является окружная скорость колеса. В тракторах применяются зубчатые колеса 6—8 степени точности, в легковых автомобилях — 5—8, в грузовых — 7—9, в сельскохозяйственных машинах — 8—11, в редукторах общего назначения — 6—8. Точность зубчатой передачи определяется следующими показателями: кинематической точностью передачи вращения, плавностью работы передачи, пятном контакта.

Задается также вид сопряжения зубьев, определяемый боковым зазором.

Посадочное отверстие изготавливается обычно по 7 качеству точности. Биение базового торца допускается не более 0,1 мм на радиус 100 мм, радиальное биение — в пределах допуска на диаметр окружности выступов.

Зубчатые колеса в автотракторостроении изготавливаются из сталей 18ХГТ, 25ХГТ, 30ХГТ, 30ХМ и других цементируемых сталей. Литые стальные колеса могут быть из углеродистой стали марки 40Л, 50Л. Зубчатые колеса для малонагруженных передач сельскохозяйственных машин выполняются из серого чугуна СЧ 18—36, углеродистых сталей марок Ст. 5, 45, 50 и др. При малых нагрузках зубчатые колеса могут изготавливаться из текстолита, капрона и других неметаллических материалов. Эти зубчатые колеса работают в паре со стальными закаленными или чугунными колесами.

В зависимости от материала заготовкам зубчатых колес могут служить штамповки, отливки или прокат. Основной вид заготовок стальных зубчатых колес в автотракторостроении — штамповка. Стальные заготовки перед механической обработкой подвергаются нормализации.

Механическая обработка зубчатых колес выполняется за три этапа: обработка базовых поверхностей для нарезания зубьев, изготовление зубьев, чистовая и финишная обработка зубьев. Отверстие и торцы в заготовке служат технологическими базами при нарезании зубьев, а в готовой детали — измерительными и конструкторскими базами. От точности обработки отверстия и торцов зависят точность изготовления зубьев и точ-

ность измерений геометрических параметров зубчатого колеса.

Чтобы обеспечить изготовление зубьев зубчатых колес по 6—7 степеням точности, отверстие должно быть обработано по 7 качеству точности, а для колес 8 степени точности и ниже — по 8—9 качествам точности. Шероховатость поверхности отверстия в первом случае должна быть не выше $R_a=1,25$ мкм, а в остальных случаях — не выше $R_a=2,5$ мкм.

Первый этап обработки включает зенкерование отверстия (при сплошной ступице — с предварительным сверлением) и подрезку торца, протягивание посадочного отверстия с изготовлением шлицев или шпоночной канавки, токарную обработку наружной цилиндрической поверхности и торцов обода и подрезание второго торца ступицы.

В связи с тем, что отверстие и торцы ступицы колеса являются конструкторскими и технологическими базами, к их взаимной перпендикулярности обычно предъявляются высокие требования. Эти требования обеспечиваются путем обработки отверстия и торца за один установ и применения соответствующих оправок при наружной обработке и подрезке торцов. При этом достигается и необходимая соосность наружной цилиндрической поверхности с посадочным отверстием ступицы.

Окончательная обработка базового отверстия (внутреннее шлифование, хонингование, калибрование шлицев) и торцов выполняется после термической обработки.

Для соблюдения концентричности начальной окружности зубчатого колеса и посадочного отверстия внутреннее шлифование поверхности отверстия и шлифование одного торца производятся с использованием в качестве технологической базы начальной окружности колеса. Это достигается применением патронов с тремя установочными роликами, которые при закреплении детали заклиниваются между зубьями по начальной окружности.

Выбор станков для обработки зубчатого колеса на первом этапе определяется программой выпуска, типом производства, размерами и видом заготовки. В массовом и крупносерийном производствах применяются многшпиндельные вертикальные полуавтоматы (модели 1282, 1283, 1К284), токарно-револьверные патронные

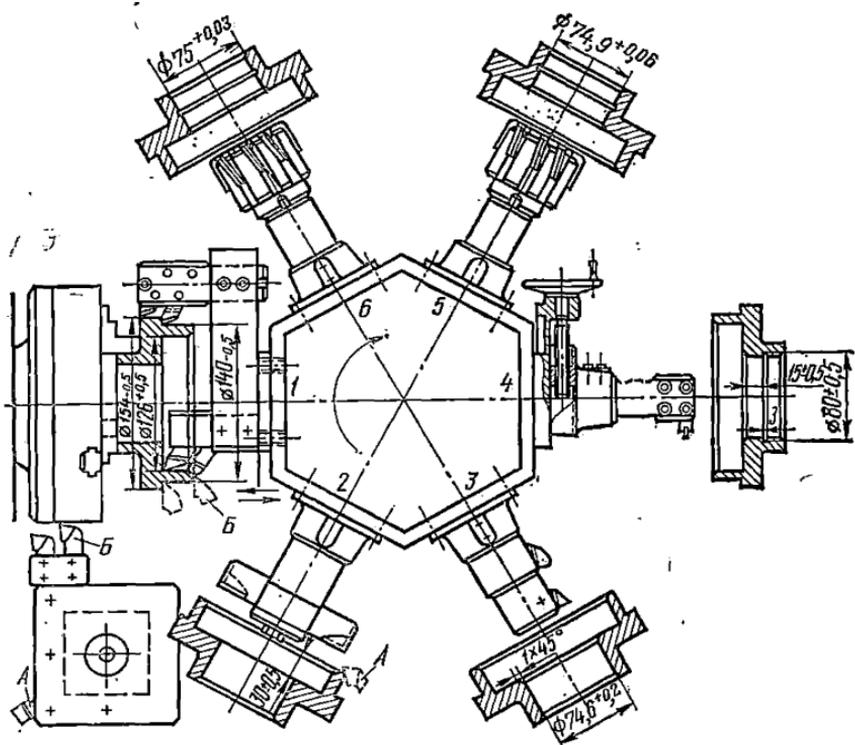


Рис. 36. Наладка токарно-револьверного станка для обработки заготовки зубчатого колеса.

полуавтоматы (1416 и др.), одношпиндельные многорезцовые полуавтоматы (1А730, 1А720) и автоматические линии. В мелкосерийном и серийном производствах зубчатые колеса обрабатываются на револьверных и токарных станках.

На рисунке 36 показана наладка токарно-револьверного станка модели 1П365. Обработка ведется с использованием всех шести позиций револьверной головки и двух позиций поперечного суппорта. Изготовление внутренней канавки выполняется с помощью приспособления в виде суппорта, закрепляемого на одной из граней револьверной головки (позиция 4). Шлицевые и шпоночные отверстия во всех случаях обрабатываются на протяжных станках (модели 7А520, 7Б520, 766, 776 и др.).

На рисунке 37 показана наладка шестишпиндельного вертикального токарного полуавтомата для обработки

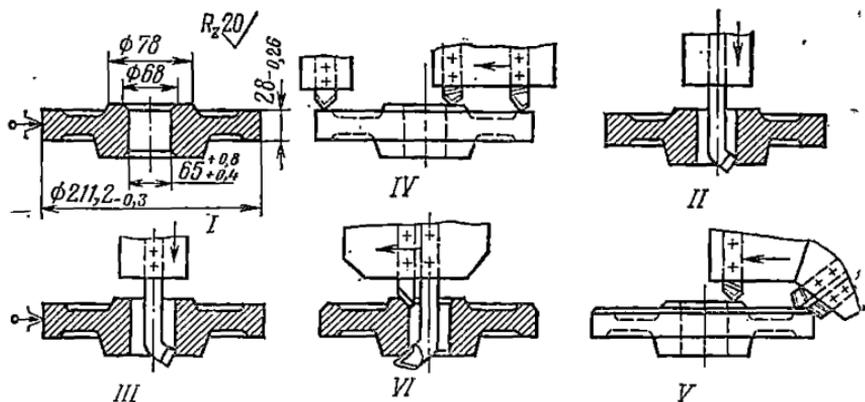


Рис. 37. Наладка вертикального шестицилиндрового токарного полуавтомата для обработки заготовки зубчатого колеса с установкой и закреплением в патроне.

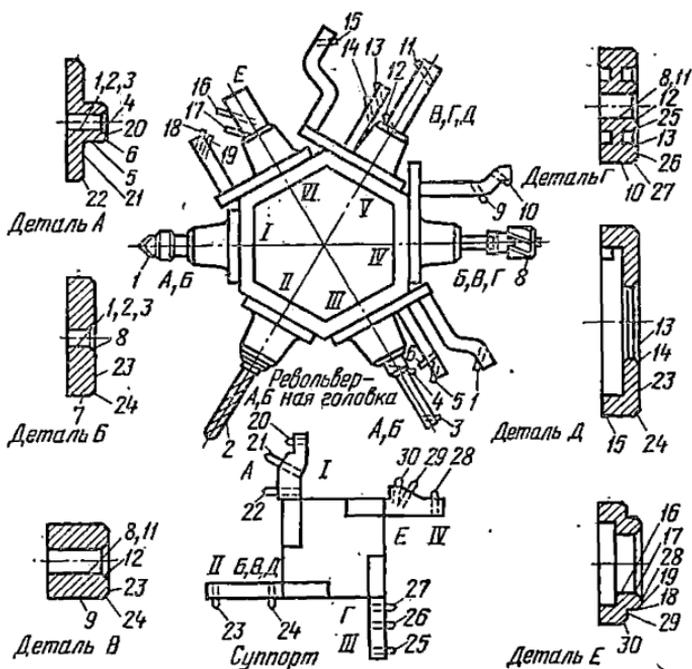


Рис. 38. Схема групповой наладки токарно-револьверного станка для обработки заготовок цилиндрических зубчатых колес:

I—VI — позиции стола станка; А, В, В, Г, Д, Е — обрабатываемые заготовки; 1—30 — обрабатываемые поверхности и соответствующий инструмент. Схема базирования: наружная поверхность с упором в торец.

заготовки зубчатого колеса с установкой и закреплением в патроне. Круглый стол станка имеет шесть вращающихся шпинделей с трехкулачковыми патронами, в которых закреплены заготовки. Обработка ведется с помощью инструмента, закрепляемого в вертикальных и горизонтальных суппортах.

На позиции I (загрузочной) производятся снятие обработанной заготовки, установка и закрепление очередной. На остальных позициях

(II—VI) в это время происходит одновременная обработка пяти заготовок в соответствии со схемой наладки. После завершения обработки на всех позициях стол со всеми шпинделями поворачивается на $\frac{1}{6}$ часть оборота, и цикл обработки повторяется.

На рисунке 38 показана схема групповой наладки револьверного станка для обработки заготовок зубчатых колес в условиях серийного производства. Групповая наладка позволяет вести на предварительно настроенном станке обработку шести различных деталей (А, Б, В, Г, Д, Е), поступающих партиями. В зависимости от обрабатываемой детали используются различные инструменты, заранее установленные на станке и настроенные на требуемый размер.

После окончательной обработки отверстия (протягивание, развертывание) дальнейшая токарная обработка заготовок зубчатых колес с большим числом обрабатываемых поверхностей может производиться на одношпиндельном многорезцовом полуавтомате (рис. 39).

Заготовка устанавливается на шлицевой оправке. Резцы, закрепленные в переднем (продольном) и заднем (поперечном) суппортах, обрабатывают наружные цилиндрические, торцовые поверхности и снимают фаски.

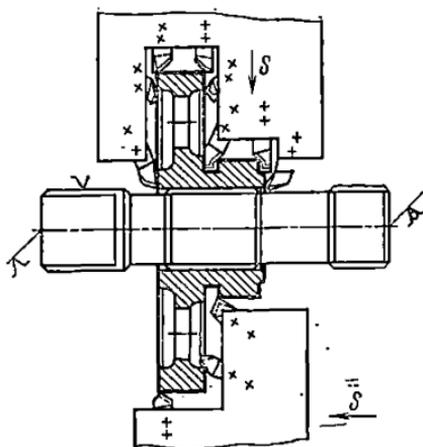


Рис. 39. Наладка многорезцового токарного полуавтомата для обработки заготовки зубчатого колеса.

Второй этап обработки зубчатых колес — изготовление зубьев. Зубья могут быть получены с использованием принципа копирования профиля инструмента или с использованием принципа взаимного обкатывания инструмента и заготовки. В первом случае могут быть применены следующие методы обработки:

- 1) фрезерование дисковой фрезой;
- 2) фрезерование пальцевой фрезой;
- 3) протягивание дисковой протяжкой;
- 4) зубодолбление многолезцовыми головками.

Во втором случае применяются такие методы:

- 1) фрезерование червячными фрезами;
- 2) зубодолбление круглым долбяком или рейкой;
- 3) зуботочение обкатными чашечными резцами;
- 4) накатывание зубьев в холодном или горячем состоянии на специальных станках.

Изготовление зубьев дисковой модульной фрезой на горизонтально-фрезерных станках применяется в мелкосерийном производстве при изготовлении опытных образцов новой сельскохозяйственной техники. Этот метод не обеспечивает высокой производительности труда и высокой точности зубчатого зацепления.

Пальцевые фрезы используются при обработке зубчатых колес с крупным модулем и в сельскохозяйственном машиностроении находят ограниченное применение.

Протягивание зубьев дисковой протяжкой и зубодолбление многолезцовыми головками для крупносерийного и массового производства являются прогрессивными методами, но не получили широкого применения из-за сложности конструкции и эксплуатации и высокой стоимости инструмента.

Наиболее широко распространены в сельскохозяйственном машиностроении фрезерование червячной фрезой и зубодолбление круглым долбяком. Могут использоваться однозаходные и многозаходные фрезы. Последние создают условия для повышения производительности, но не обеспечивают высокой точности обработки из-за значительного искажения профиля нарезаемых зубьев. С учетом этого однозаходные червячные фрезы обычно применяются для чистовой обработки, а многозаходные — для черновой.

Зубчатые колеса с модулем до 2,5 мм нарезаются начисто за одну операцию, обработка колес с модулем более 2,5 мм выполняется за две операции — черновое и

чистовое фрезерование. Для чистовой обработки оставляется припуск на толщину зуба, равный 0,8—1 мм. При зубофрезеровании используются станки моделей 5К324, 5К32 и др.

Зубодолбление круглым долбяком обычно применяется для черновой и чистовой обработки зубчатых колес с внутренним зацеплением, закрытых зубчатых венцов на блоках шестерен с малым зазором для выхода инструмента, поскольку другие методы обработки в этих случаях непригодны. Используются зубодолбежные станки моделей 5140, 5140Б, 5В150 и др.

Все более широкое распространение получают зуботочение и зубонакатывание, обеспечивающие существенное повышение производительности труда. Зуботочение — новый метод нарезания зубьев на специальном или модернизированном зубофрезерном станке с помощью многолезцового инструмента — обкаточного резца. Метод используется для чернового и чистового нарезания зубчатых колес внешнего и внутреннего зацепления. Он основан на срезании слоя металла по профилю зуба заготовки в результате скольжения режущих кромок зубьев обкаточного резца относительно обрабатываемой поверхности и благодаря большому углу скрещивания осей инструмента и заготовки. Этот же принцип применяется при шевинговании зубьев цилиндрических колес.

Угол скрещивания осей принимается таким, чтобы обеспечить необходимую скорость резания при вращении заготовки. Чем меньше угол скрещивания, тем меньше скорость резания при одном и том же диаметре и частоте вращения заготовки. Движение подачи осуществляется вдоль оси заготовки. Нарезание прямых зубьев производится косозубым обкаточным резцом, а косых зубьев с углом наклона 45° — прямозубым.

Процесс накатывания зубьев заключается в том, что зубья на заготовке выдавливаются вследствие пластического деформирования металла накатниками в виде реек или зубчатых валков на специальных станках. На рисунке 40 показаны принципиальные схемы накатывания зубьев. При накатывании с осевой подачей в качестве заготовки используется круглый прокат или пакет отдельных заготовок. Накатыванием с радиальной подачей производится обработка штучных заготовок — каждой отдельно.

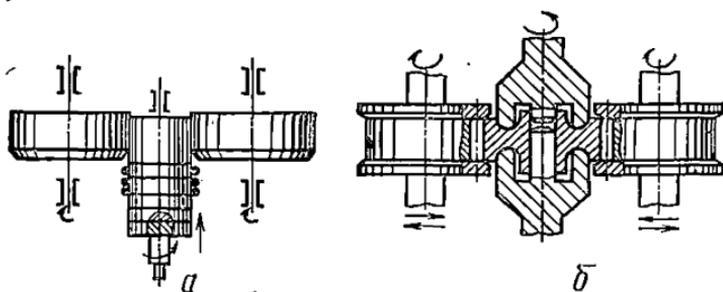


Рис. 40. Принципиальные схемы накатывания зубьев:
a — с осевой подачей; *б* — с радиальной подачей.

Накатыванием без нагрева заготовки можно изготовлять зубчатые колеса с модулем $m \leq 2,5$ мм. Для колес с модулем $m > 2,5$ мм заготовки подвергаются поверхностному нагреву токами высокой частоты до 1100 — 1200°C . Холодным накатыванием колес достигается 7—8 степени точности, а горячим — 9—10. Применяя горячую калибровку при температуре нагрева до 700 — 750°C , можно получить 8 степень точности. Накатывание позволяет резко повысить производительность труда, снизить расход металла по сравнению с обработкой резанием и обеспечить высокую износостойкость зубьев.

На третьем этапе обработки зубчатых колес выполняются операции чистовой и финишной обработки, к которым относятся шевингование, зубошлифование, закругление торцов зубьев, зубохонингование, притирка и прикатка.

Шевингование применяется для обработки зубчатых колес твердостью до HRC 30—32 с целью получения поверхности зубьев 6—7 степеней точности с шероховатостью $R_a = 1,25$ — $0,63$ мкм. Этот метод используется при всех типах производств, когда требуется получение высокой степени точности. Шевингование пригодно для термически необрабатываемых и закаливаемых колес до их термической обработки и выполняется на шевинговальных станках моделей 5702, 5М714, 5913 и др. В качестве инструментов для шевингования применяются шеверы — дисковые (как правило) и реечные. Припуск на шевингование по толщине зуба колеса составляет $0,1$ — $0,15$ мм.

Зубошлифование используется для чистовой обра-

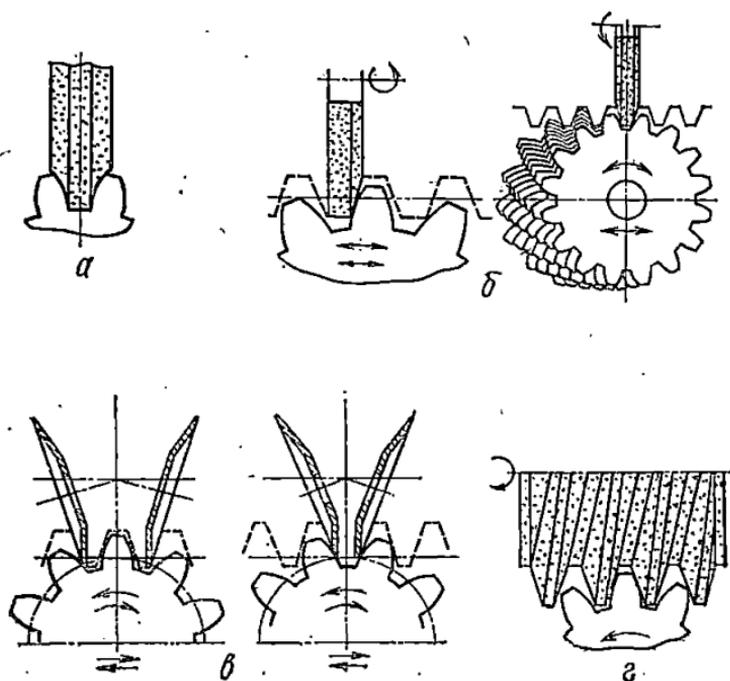


Рис. 41. Методы шлифования зубьев:

a — фасонным кругом по принципу копирования; *б* — коническим кругом; *в* — двумя тарельчатыми кругами; *г* — абразивным червяком.

ботки зубьев термически обработанных колес. Оно обеспечивает получение 5—7 степеней точности и шероховатости $R_a = 1,25 — 0,63$ мкм. Шлифование осуществляется по принципу копирования профиля инструмента или по принципу обкатки (рис. 41). Для зубошлифования применяются станки моделей 5831, 5А841 (с коническим шлифовальным кругом и единичным делением) 5844, 5851 (с двумя тарельчатыми кругами и единичным делением) и 5В830, 5В833 (с червячным кругом и непрерывным делением). Припуски на шлифование зубьев выбираются в пределах 0,15—0,3 мм на сторону зуба.

Зубчатые колеса коробок передач имеют закругления, скосы или фаски на торцах зубьев, обеспечивающие плавность переключения шестерен (рис. 42). Наиболее износостойкими являются шестерни с закругленным торцом. Обработка закруглений производится пальцевой конусной фрезой. После обработки торца одного

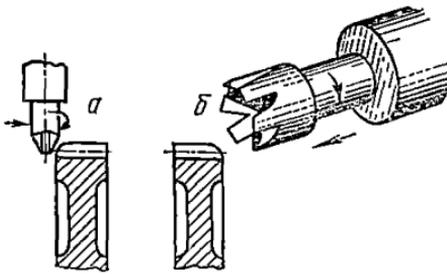


Рис. 42. Обработка закруглений, скосов и фасок на торцах зубьев: *а* — пальцевой фрезой; *б* — полый фрезой.

зуба шестерни отводится в осевом направлении, поворачивается вокруг оси на один зуб и снова подводится к фрезе. Время обработки каждого торца зуба 1—3 с. Таким же методом могут сниматься фаски на торцах зубьев. Торцы заостряются путем образования двух пересекающихся сферических поверхностей, создаваемых полый фрезой. Зубчатое колесо при этом периодически поворачивается вокруг оси на зуб, а фреза имеет вращательное движение резания и возвратно-поступательное движение подачи. При этом обрабатываются одновременно противоположные скосы двух соседних зубьев. Для зубозакругления могут быть использованы станки моделей ПФ5А580, ДФ5Д580, ПФ5582 и другие, а для снятия фасок на торцах зубьев — станки моделей 4ФВС320, ДК5525 и др.

В крупносерийном и массовом производствах может применяться высокопроизводительный процесс финишной обработки закаленных зубчатых колес — зубохонингование. Процесс заключается в совместной обкатке заготовки и инструмента в виде зубчатого колеса, изготовленного из эпоксидной смолы в смеси с абразивным порошком, или металлического колеса с нанесенным на зубья абразивным или алмазоносным слоем. По кинематической схеме зубохонингование аналогично шевингованию, а по характеру резания — хонингованию.

Притирке подвергаются закаленные зубчатые колеса ответственных передач с целью уменьшения шума, повышения долговечности и плавности передачи. В качестве инструмента используется притир — чугунное зубчатое колесо с нанесенным на зубья слоем абразивной пасты. Наибольшее распространение получила притирка с помощью трех притиров, расположенных по отношению к плоскости притираемого колеса под различными углами. Для создания усилия прижима притиры притормаживаются, а вращение их реверсируется. В некоторых случаях применяется радиальное прижатие

притиrow к колесу. Для интенсификации процесса притирки колесу дополнительно сообщается возвратно-поступательное движение вдоль оси. Притиркой обеспечивается 6—7-я степени точности зубьев, и шероховатость их боковых поверхностей $R_a=0,63—0,32$ мкм. Припуск на притирку составляет 0,02—0,05 мм. Притирка цилиндрических колес производится на станках моделей 573, 5735 и др.

Для снижения шероховатости поверхности, устранения заусенцев и забоин, возникших при транспортировке, применяется прикатывание зубьев. Оно осуществляется путем совместного вращения обрабатываемого зубчатого колеса и трех закаленных эталонных колес, расположенных в одной плоскости. Вращение производится с периодическим реверсированием. Для предотвращения задиров при прикатывании используется жидкость, состоящая из четырех частей керосина и одной части машинного масла. Прикатыванием можно заменить шевингование при обработке зубьев ответственных колес. Прикатывание применяется для закаленных и незакаленных колес. Закаленные колеса прикатываются в течение 5—15 с при радиальной нагрузке до 1500 Н. Превышение необходимого времени прикатывания может привести к ухудшению качества рабочих поверхностей зубьев. Незакаленные колеса прикатываются в течение 1—2 мин, при этом достигается образование наклепанного поверхностного слоя и повышение долговечности колес. Для прикатывания может быть использован станок модели 5723.

Ниже приводятся основные операции механической обработки закаливаемого цилиндрического зубчатого колеса 7 степени точности и их примерное содержание.

1. Токарная. Зенкерование отверстия, подрезание торцов.

2. Протяжная. Протягивание шлицевого отверстия.

3. Токарная. Черновое обтачивание, подрезание торцов и обработка других поверхностей.

4. Токарная. Чистовое обтачивание, подрезание торцов и обработка других поверхностей.

5. Зубофрезерная. Фрезерование зубьев колес.

6. Закругление зубьев.

7. Термическая обработка. Цементация, закалка и отпуск или закалка токами высокой частоты.

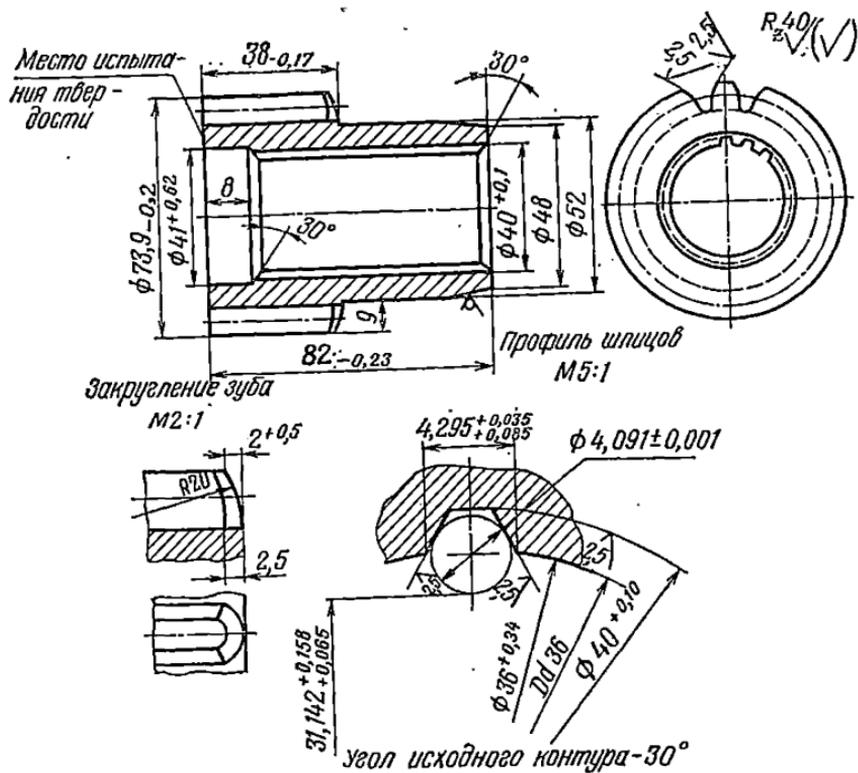


Рис. 43. Шестерня первой передачи коробки передач трактора.

8. Прошивочная. Калибрование шлицевого отверстия.

9. Прикаточная. Прикатывание зубьев для выявления дефектов и очистки от нагара.

10. Шлифовальная. Шлифование отверстия и одного торца.

11. Шлифовальная. Шлифование другого торца.

12. Зубошлифовальная. Шлифование боковых поверхностей зубьев.

На рисунке 43 показан чертеж прямозубой цилиндрической шестерни трактора. Деталь изготавливается из стали 20ХН3А, цементируется кругом на глубину 0,8—1 мм и закаливается до твердости HRC 56—63. Твердость ядра HRC 35—45. Степень точности 8-7-7X. Число зубьев $z=15$, модуль $m=4$ мм, угол зацепления $\alpha=20^\circ$.

В таблице 5 приведена схема технологического процесса обработки этой детали.

3.4. Обработка конических зубчатых колес

Зубья конических колес по конфигурации подразделяются на прямозубые, нулевые (зерол), спирально-конические и гипоидные (рис. 44). Прямозубые колеса имеют прямолинейные боковые поверхности, продолжение зубьев пересекает ось колеса. В нулевых колесах зубья криволинейные с углом спирали в середине венца, равным нулю. Спирально-конические колеса имеют криволинейные зубья с углом спирали в середине венца, не равным нулю. В отличие от спирально-конических у гипоидных передач ось ведущей шестерни смещена по высоте относительно оси ведомого колеса.

При обработке конических зубчатых колес технологическими базами должны служить конструкторские (посадочное отверстие и торец). Механическая обработка колес производится так же, как и цилиндрических, в три этапа. Зубья колес могут обрабатываться с использованием принципа копирования профиля режущего инструмента или принципа обкатки.

Черновая обработка прямозубых колес производится дисковыми модульными (фасонными) фрезами с периодическим делением (рис. 45). Обычно обрабатывается одновременно несколько заготовок (станок модели ЕЗ-1). Время обработки одной впадины 5—20 с. В единичном и мелкосерийном производствах применяются горизонтально-фрезерные станки с делительной головкой.

Чистовая обработка прямозубых колес выполняется на зубострогальных станках моделей 526, 5А26, 5А250 и др. При модуле зубчатого колеса $m \leq 2,5$ мм обычно обработка ведется без чернового фрезерования.

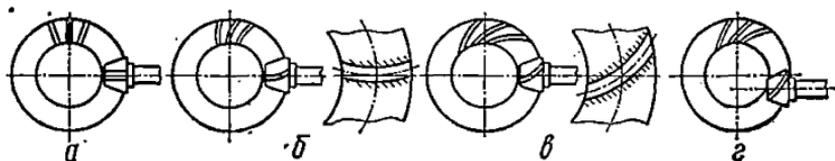


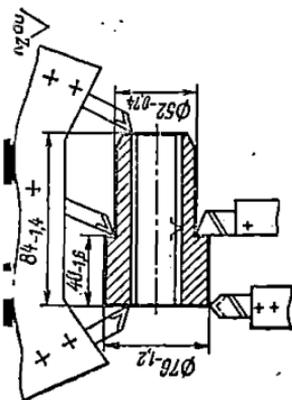
Рис. 44. Типы зубьев конических зубчатых колес:

а — прямые; б — криволинейные нулевые; в — спирально-конические; г — гипоидные.

Схема технологического процесса обработки шестерни трактора

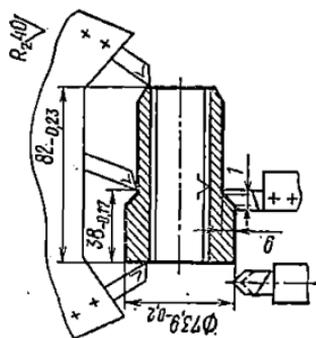
Номер операции	Наименование операции и ее содержание	Операционный эскиз	Станок (тип, модель)
1	Сверлильная. Зенкерование отверстия		Вертикально-сверлильный 2Н135
2	Протяжная. Протягивание шлицевого отверстия		Горизонтально-протяжной 7А520
3	Прессовая. Запрессовка заготовки на шлицевую оправку	—	Гидравлический пресс

4 Токарная. Черновое обтачивание наружных поверхностей и подрезание торцов



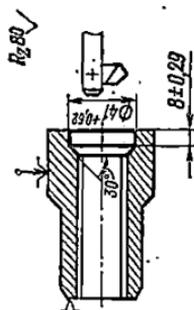
Токарный многорезцовый 1A730

5 Токарная. Чистовое обтачивание наружных поверхностей и подрезание торцов



Токарный многорезцовый 1A730

6 Токарная. Растачивание внутреннего пояска



Токарно-револьверный 1341

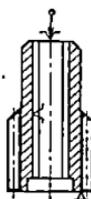
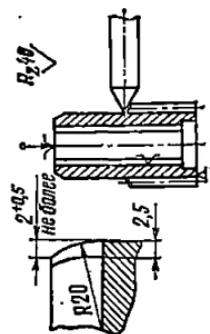
Номер операции	Наименование операции и ее содержание	Операционный эскиз	Станок, (тип, модель)
7	Сверлильная. Зенкование конусной фаски		Вертикально-сверлильный 2A125
8	Калибровочная. Калибрование прошивкой шлицевого отверстия	—	Гидравлический пресс П6320
9	Зубофрезерная. Фрезерование зубьев с припуском под шевингование		Зубофрезерный 5E32

Зубозакругляющий 5582
(5580)

Шевинговальный 5714

Гидравлический пресс
0,1 МН

Прикаточный стенд



Зубозакругляющая. Закругление тор-
цов зубьев

Шевинговальная. Шевингование
зубьев

Термическая. Цементирование дета-
ли кругом на глубину 0,8—1,2 мм
и закаливание до HRC 56—63

Калибровочная. Калибрование про-
шивкой шлицевого отверстия

Прикаточная. Прикатывание зубьев

Моечная. Промывание зубьев в пас-
сивирующем растворе нитрата
натрия (NaNO_2) концентрации
2—3%

10

11

12

13

14

15

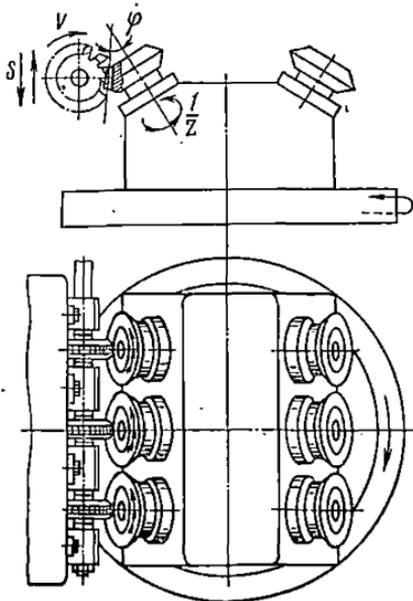


Рис 45. Черновая обработка конических зубчатых колес дисковыми фрезами.

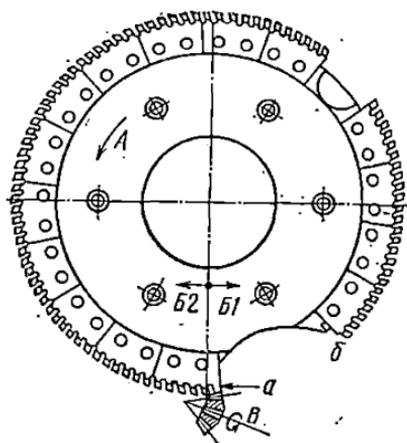


Рис. 46. Круговое протягивание зубьев:

A — вращение инструмента; *B1* — подача при черновом нарезании; *B2* — подача при чистом нарезании; *B* — деление во время поворота инструмента на дугу *ab*.

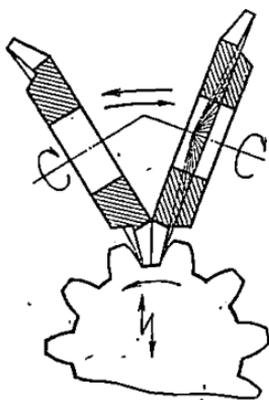


Рис. 47. Обработка прямозубых конических колес по принципу обкатки двумя дисковыми фрезами.

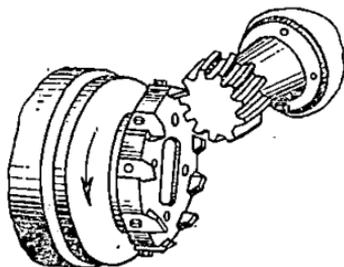


Рис. 48. Обработка конического зубчатого колеса торцовой зуборезной головкой.

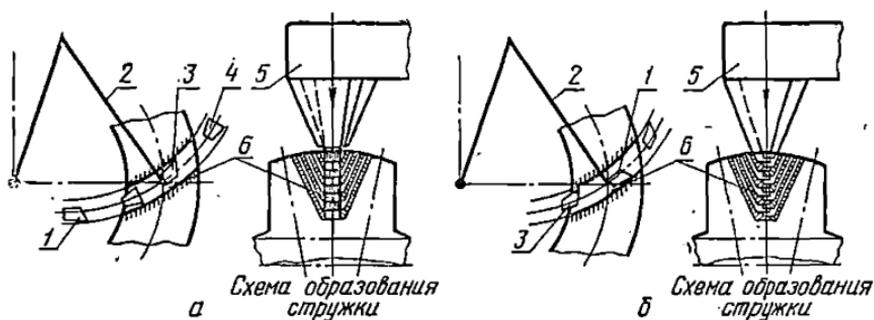


Рис. 49. Схемы работы резцовых головок:

а — трехсторонних; *б* — двусторонних; 1 — наружный резец; 2 — радиус вращения резцовой головки; 3 — внутренний резец; 4 — средний резец; 5 — резцовая головка; 6 — впадина зуба.

Применяется также круговое протягивание зубьев при помощи дисковой протяжки (рис. 46), которая за один оборот производит черновую, получистовую и чистовую обработку одной впадины зуба.

По принципу обкатки прямозубые конические колеса могут обрабатываться двумя дисковыми фрезами (рис. 47) на станках моделей 5230, 5С277П.

Для нарезания зубьев зерол, спирально-конических и гипоидных колес применяются фрезерование торцовой зуборезной головкой по принципу копирования и фрезерование торцовой зуборезной головкой по принципу обкатки.

На рисунке 48 показана обработка конического зубчатого колеса с помощью торцовой зуборезной головки методом копирования. Различают головки двустороннего и трехстороннего резания. В первом случае наружные (для обработки вогнутой стороны зуба) резцы головки одновременно обрабатывают соответственно боковую сторону зуба и часть впадины. Во втором случае головки имеют наружные, внутренние и средние резцы, каждые из которых обрабатывают соответствующую поверхность зуба (рис. 49).

Резцовая головка имеет непрерывное вращательное движение и осевое движение подачи врезания. После врезания на глубину впадины инструмент (заготовка) отводится и производится поворот заготовки для нарезания очередного зуба (движение деления).

Этот метод используется в основном для чернового нарезания колес, а также для чистового нарезания

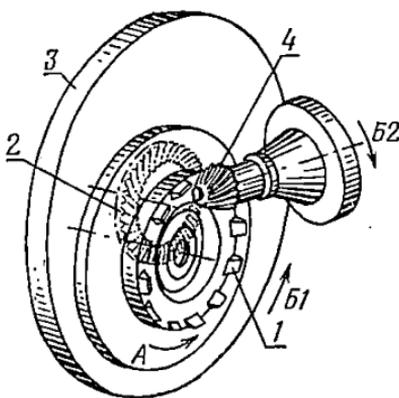


Рис. 50. Нарезание конической шестерни с криволинейным зубом зуборезной головкой:

1 — резцовая головка; 2 — производящее колесо; 3 — люлька; 4 — заготовка; А — вращение инструмента; В1 и В2 — движение обкатки.

больших колес полуобкатных передач (зубья шестерни нарезаются по принципу обкатки, а зубья колеса — по принципу копирования).

На рис. 50 показана обработка колеса зуборезной головкой по принципу обкатки. Резание происходит в процессе взаимного поворота инструмента и заготовки. Вращающаяся торцовая зуборезная головка моделирует зацепление зуба парной конической шестерни, для чего она совершает поворот вокруг оси люльки. По завершении обработки очередной впадины инструмент и заготовка выходят из за-

цепления, возвращаются в исходное положение, инструмент отводится от заготовки, происходит поворот заготовки на следующий зуб, и цикл обработки зуба повторяется. Этот метод используется в основном для чистового нарезания зубьев конических колес.

Для нарезания конических зубчатых колес с криволинейными зубьями используются универсальные станки моделей 525, 528, 5231 и др. Для нарезания зубьев по принципу копирования в условиях крупносерийного и массового производств могут быть также использованы станки моделей 5Б231 и 5С282.

Взамен черного нарезания зубьев конических колес могут применяться в массовом производстве горячее накатывание и штамповка зубьев. Для накатывания зубьев используются станки моделей 535, 569 и др. Применение накатывания и штамповки зубьев обеспечивают экономию металла и получение зубчатых колес с повышенной прочностью и износостойкостью.

Для зубчатых колес грубее 8 степени точности (грузовые автомобили, тракторы, комбайны и др.) чистовое зубонарезание является окончательным методом обработки. После термической обработки эти колеса подбирают в пары на контрольно-прикатном станке по пятну контакта, шуму и боковому зазору, а затем мар-

кируют электрографом. Для получения колес 7—8 степеней точности подобранные пары колес подвергаются притирке на зубопритирочных станках (моделей 5П725М, 572СПО и др.).

3.5. Контроль зубчатых колес

Различают производственный и лабораторный контроль зубчатых колес. Производственный контроль осуществляется в процессе изготовления зубчатого колеса на всех операциях обработки. При этом контролируются размеры и геометрия технологических базовых поверхностей и их взаимное расположение (диаметры отверстий, биение торцов, несоосность — биение наружных цилиндрических поверхностей, неперпендикулярность оси посадочного отверстия к торцам и т. д.) перед операциями зубофрезерования.

После завершения операций зубообработки с помощью соответствующих приспособлений и инструмента производится комплексная проверка размеров и колебания измерительного межцентрового расстояния на оборот колеса и на шаг. Для этой цели используются приспособления для комплексного двухпрофильного (безазорного) контроля (рис. 51).

Колебание межцентрового расстояния характеризует суммарные погрешности зацепления, образуемые

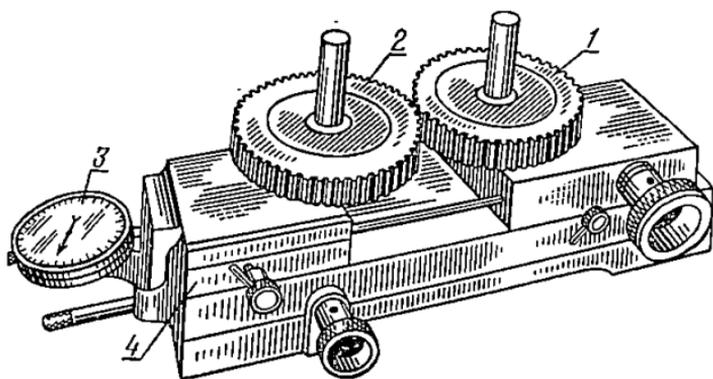


Рис. 51. Контрольное приспособление для проверки зубчатых колес:

1 — измерительное колесо; 2 — проверяемое колесо; 3 — индикаторная головка; 4 — подвижная каретка.

радиальным биением зубчатого венца, отклонениями шага, изменениями толщины зуба, отклонениями в профиле и угле наклона зуба. Такому контролю подвергаются первые два-три зубчатых колеса с каждого станка в начале рабочей смены, после замены инструмента и подналадки станка, а также дополнительно 2—5% общего выпуска.

После термической обработки и финишных операций производится окончательный контроль базовых поверхностей и комплексный контроль точности колеса по колебаниям межцентрового расстояния при повороте на один оборот и на один шаг. Лабораторный (цеховой) контроль выполняется в отдельных помещениях, расположенных вблизи зубообрабатывающих участков. В помещении поддерживается температура 19—21°С. В лаборатории производится поэлементный межоперационный и окончательный контроль зубчатых колес в количестве 2—5% от общего выпуска. Контролируются эвольвента, направление зуба, ошибки шага, радиальное биение зубчатого венца, колебание межцентрового расстояния, уровень шума и пятно контакта.

3.6. Обработка червяков и червячных колес

Червяки и червячные колеса различаются по конструкции, материалу, профилю винтовой поверхности, методу установки червяка и степени точности. По конструкции червяки и червячные колеса могут быть цельными и сборными. В сборных конструкциях червяков винтовая часть изготавливается в виде втулки, насаживаемой на вал. В сборных червячных колесах венец из бронзы (или чугуна) насаживается на стальной или чугунный диск со ступицей.

Винтовая поверхность червяков может иметь разновидности (рис. 52). У Архимедовой винтовой поверхности с прямолинейным в осевом сечении профилем червяка поперечное сечение — Архимедова спираль. В осевом направлении профиль витков прямолинейный, в нормальном сечении — криволинейный.

У конволютной винтовой поверхности с прямолинейным профилем в сечении, нормальном к направлению витка, образующая прямая не проходит через ось, а все время касается «направляющего» цилиндра. В осевой плоскости профиль криволинейный.

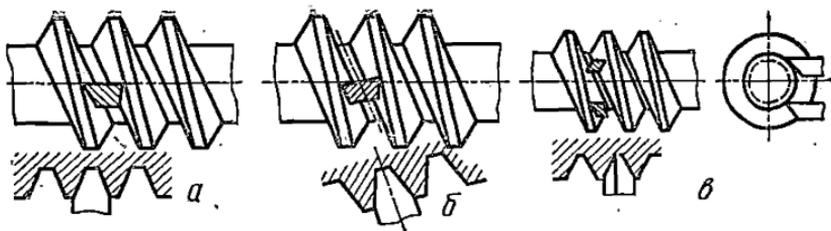


Рис. 52. Типы винтовых поверхностей червяков:

a — Архимедова винтовая поверхность; *б* — конволютная винтовая поверхность; *в* — эвольвентная винтовая поверхность.

У эвольвентной винтовой поверхности с прямолинейным профилем в плоскости, касательной к основному цилиндру, в осевом и нормальном сечении профиль витка криволинейный.

Эксплуатационные свойства червяка не зависят от формы винтовой поверхности, но метод изготовления червяка и червячной фрезы для фрезерования зубьев червячного колеса должен быть одним и тем же.

В сельскохозяйственном машиностроении наиболее часто применяются червячные передачи с нерегулируемым взаимным расположением червяка и колеса.

Каждая степень точности червячной передачи имеет установленные нормы по точности червяка, точности червячного колеса, точности монтажа.

В ряде случаев червяки подвергаются термической обработке и полируются, что снижает коэффициент трения и повышает долговечность червячной пары.

Посадочные отверстия колеса и шейки червяка, являющиеся базовыми поверхностями, обычно обрабатываются по 7 квалитету.

Червяки изготовляют из малоуглеродистых цементуемых сталей (20Х, 12ХНЗА, 18ХГТ, 15ХФ и др.), имеющих твердость после закалки HRC 56—63. Широко применяются также червяки из среднеуглеродистых сталей (45, 40Х, 40ХН, 35ХГСА) с поверхностной или объемной закалкой до твердости HRC 45—55. Для червячных колес используются бронза марок Бр. ОФ10-1, Бр.ОНФ и других (в этом случае на стальной корпус со ступицей насаживается венец из бронзы) или серый чугун (от СЧ12—28 до СЧ21—40).

Заготовками для червяков служат круглый прокат или штамповка. Стальные ступицы колес штамуются или отливаются, чугунные — только отливаются. Лить-

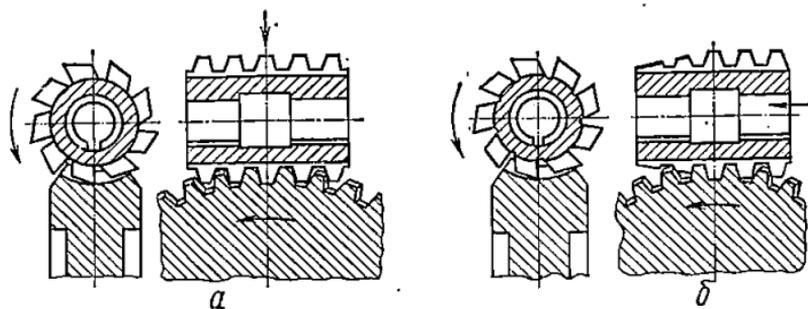


Рис. 53. Фрезерование зубьев червячного колеса:

а — методом радиальной подачи; *б* — методом тангенциальной подачи.

ем получают обычно также бронзовые венцы червячных колес.

Механическая обработка червяка и червячного колеса, так же как и обработка зубчатых колес, включает три этапа: обработку базовых поверхностей для нарезания зубьев или винтовой поверхности; изготовление зубьев или винтовой поверхности; чистовую и финишную обработку зубьев или винтовой поверхности.

При обработке винтовой поверхности червяка могут быть применены следующие методы:

- 1) нарезание резцом на токарном станке;
- 2) вихревое нарезание вращающимся резцом на токарном станке;
- 3) фрезерование дисковой фрезой на резьбофрезерном станке;
- 4) нарезание специальным обкаточным резцом на зубофрезерном станке.

Обработка винтовой поверхности на токарном станке может вестись одним или двумя резцами одновременно. Установка резца зависит от типа винтовой поверхности червяка. Например, Архимедова винтовая поверхность нарезается резцом с прямолинейными режущими кромками, расположенными в осевом сечении червяка. Вихревое нарезание червяков выполняется на токарном станке с индивидуальным приводом для вращения многорезцовой головки. Наибольшую производительность обеспечивает метод фрезерования дисковыми фрезами, но для получения винтовой поверхности с прямолинейным сечением необходимы фрезы с криво-

линейным профилем. В связи с трудностью изготовления таких фрез обычно используются фрезы с прямолинейным профилем, создающие винтовые линии с криволинейным профилем поверхности в любом сечении, поэтому фрезерование обычно применяется только для черновой обработки червяков.

При нарезании многозаходных червяков винтовые канавки нарезаются последовательно с периодическим поворотом заготовки на требуемый угол или смещением инструмента на соответствующее расстояние.

Зубья червячного колеса изготавливаются червячными фрезами, имеющими размеры червяка. Черновое нарезание ведется радиальной, а чистовое — тангенциальной подачей фрезы с конусной заборной частью при постоянном межосевом расстоянии фрезы и заготовки (рис. 53). При индивидуальном и ремонтном производствах червячное колесо можно также нарезать летучим резцом, моделирующим однозубую червячную фрезу.

В качестве финишных операций для червяков могут применяться шлифование, притирка и полирование, для червячных колес — шевингование и притирка. В деталях червячной пары проверяются диаметральные и линейные размеры, а также взаимное расположение поверхностей (биение). У червяков контролируются осевой шаг, соосность винтовой поверхности по среднему диаметру с шейками или отверстием и угол профиля, у червячных колес — средний диаметр в сопряжении с эталонным червяком, пятно контакта и окружной шаг.

Цельные червяки в виде вала обрабатываются в такой последовательности:

- 1) подрезание и центрование заготовки (прокат, штамповка);
- 2) черновая и чистовая токарные обработки;
- 3) черновое и чистовое нарезание винтовой поверхности;
- 4) термическая обработка;
- 5) шлифование или полирование центровых гнезд;
- 6) шлифование опорных шеек и торцовых поверхностей;
- 7) шлифование винтовых поверхностей (для особо точных);
- 8) полирование винтовых поверхностей.

Полые червяки (насадные в виде втулки) обрабатываются в такой последовательности:

- 1) сверление и растачивание отверстия и подрезание одного торца;
- 2) протягивание отверстия и шпоночного паза;
- 3) черновая и чистовая токарные обработки;
- 4) черновое и чистовое нарезания винтовой поверхности;
- 5) термическая обработка;
- 6) шлифование отверстия и торца;
- 7) шлифование винтовой поверхности;
- 8) полирование винтовой поверхности.

Обработка червячного колеса производится в следующем порядке:

- 1) токарная обработка отверстия и торцов (черновая и чистовая);
- 2) сверление крепежных отверстий;
- 3) черновое и чистовое нарезания зубьев;
- 4) финишная обработка зубьев.

Глава 4

ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ КЛАССА «КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ»



4.1. Классификация и обработка корпусных деталей

Корпусными называются такие детали, внутри которых расположены узлы и механизмы машины или агрегата. В автотракторостроении можно выделить следующие основные типы корпусных деталей: блоки цилиндров, корпуса коробок передач, корпуса задних мостов и конечных передач, картеры редукторов, головки цилиндров, корпуса водяных насосов, картеры муфты сцепления. В качестве заготовок для корпусных деталей используются отливки из серого чугуна и алюминиевых сплавов.

Корпусные детали имеют обычно сложную конфигурацию, значительную разницу в размерах сечений, большое число различных по форме и размерам поверхностей, полостей и отверстий. Технические требования к корпусным деталям включают высокую точность обработки плоскостей, базовых отверстий и их взаимного расположения. В связи с этим при обработке корпусных деталей важное значение приобретает правильный вы-

бор схемы базирования. Наиболее надежной и простой схемой является использование в качестве установочной базы плоскости, имеющей значительную протяженность, и двух специально подготовленных точных технологических отверстий на этой плоскости, расположенных на достаточно большом расстоянии друг от друга. Эти базы желательно использовать при выполнении возможно большего числа операций. Такая схема базирования применяется при обработке блоков и головок цилиндров, корпусов коробок передач и задних мостов и т. п.

В качестве технологической базы может быть использовано конструкторское отверстие достаточного диаметра. Такая схема базирования применяется, например, при обработке корпуса водяного насоса и подобных корпусных деталей. Обработка наружных поверхностей таких деталей производится с установкой детали по предварительно обработанному отверстию.

В некоторых случаях основные установочные базы обрабатываются с использованием технологических баз в виде предварительно обработанных пластинок.

При базировании корпусной детали по плоскости и двум технологическим отверстиям конструкция установочного приспособления получается наиболее простой. Она представляет собой плиту с тремя опорными пластинками и двумя установочными пальцами (цилиндрическим и ромбическим) и с элементами крепления детали.

В условиях массового и крупносерийного производства обработка корпусных деталей производится обычно по следующей типовой схеме:

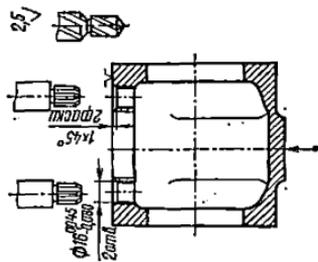
- 1) обработка установочной базовой плоскости и изготовление двух технологических отверстий по 7 качеству;
- 2) черновая и чистовая обработки основных плоскостей;
- 3) черновая и чистовая обработки взаимосвязанных базовых конструкторских отверстий;
- 4) фрезерование второстепенных плоскостей;
- 5) обработка крепежных отверстий;
- 6) финишная обработка конструкторских базовых отверстий.

Обработка корпусных деталей в массовом производстве ведется с использованием автоматических линий,

Схема технологического процесса механической обработки корпуса переднего моста трактора Т-40А

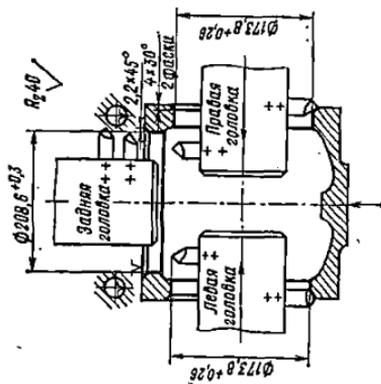
Номер операции	Наименование операции и ее содержание	Операционный эскиз	Станок (тип, модель)
I	Фрезерная. Фрезерование четырех плоскостей на двух позициях последовательно		Барабанно-фрезерный четырехшпиндельный

2
Сверлильная. Сверление и раз-
вертывание двухбазовых тех-
нологических отверстий

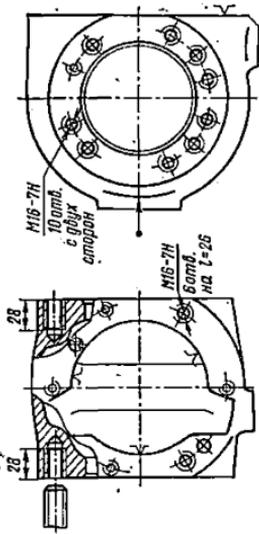


Вертикально-сверлиль-
ный 2135

3
Расточная. Черновое растащи-
вание трехбазовых конструк-
торских отверстий

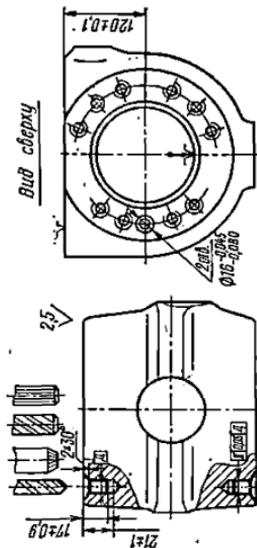


Расточный трехшин-
дельный трехсторон-
ный 5А610



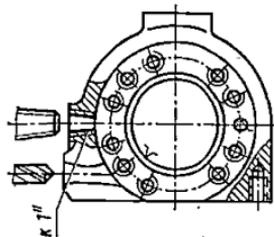
6 Резьбонарезная. Нарезание резьбы в 26 отверстиях

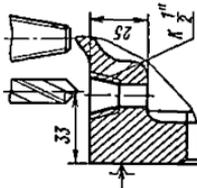
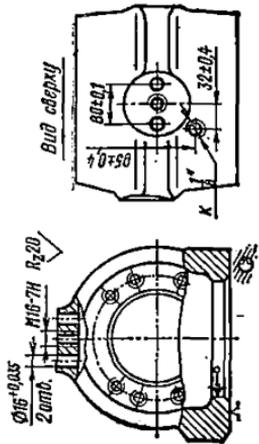
Горизонтально-резьбо-
нарезной трехсторон-
ний 26-шпиндельный
5А613



7 Сверлильная. Сверление, зенкование и развертывание отверстий

Радиально-сверлильный
5А55



Номер операции	Наименование операции и ее содержание	Операционный эскиз	Станок (тип, модель)
8	Сверлильная. Сверление и нарезание конической резьбы		Радиально-сверлильный 5А55
9	Сверлильная. Сверление и нарезание резьбы		Вертикально-сверлильный четырехпозиционный восьмишпиндельный

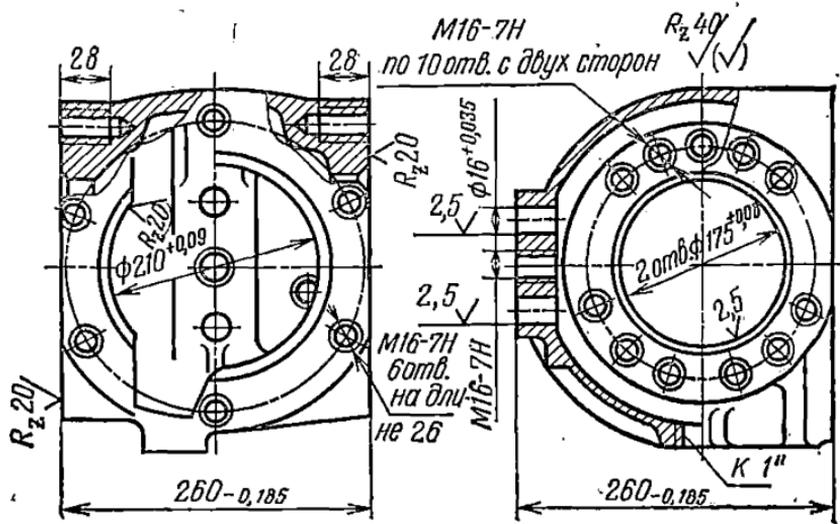


Рис. 54. Корпус переднего моста трактора Т-40А.

агрегатных, протяжных, продольно-фрезерных, барабанно-фрезерных, карусельно-фрезерных, многошпиндельных сверлильных станков и полуавтоматов.

В мелкосерийном и серийном производствах обработка корпусных деталей имеет иную типовую схему:

- 1) разметка основных плоскостей с нанесением горизонтальных и вертикальных рисок;
- 2) черновое фрезерование основных плоскостей;
- 3) разметка отверстий;
- 4) обработка отверстий;
- 5) чистовое фрезерование основных плоскостей;
- 6) координатное растачивание конструкторских базовых отверстий;
- 7) фрезерование второстепенных плоскостей;
- 8) обработка крепежных отверстий;
- 9) финишная обработка точных конструкторских базовых отверстий.

Обработка корпусных деталей в мелкосерийном и серийном производствах ведется с использованием универсальных станков: горизонтально- и продольно-фрезерных, горизонтально- и координатно-расточных, радиально- и вертикально-сверлильных, хонинговальных и т. п.

На рисунке 54 показан корпус переднего моста трактора Т-40А, а в таблице 6 — схема технологическо-

го процесса его обработки. Заготовкой является отливка коробчатой формы из серого чугуна СЧ24-40 твердостью HB 170—240. Деталь имеет три базовых конструкторских отверстия, расположенных в трех взаимно перпендикулярных стенках, а также большое число резьбовых отверстий.

Первая операция выполняется с использованием баббанно-фрезерного станка, на котором обрабатываются попарно противоположащие плоскости. Обработка выполняется с поворотом детали на двух ее позициях. После чернового и чистового растачиваний базовых отверстий производятся сверление, зенкерование, развертывание отверстий и нарезание резьбы.

4.2. Контроль корпусных деталей

Технический контроль корпусных деталей включает проверку плоскостей, отверстий и их расположения, а также шероховатости обработанных поверхностей.

При проверке плоскостей измеряются непрямолинейность, неплоскостность и контролируется отсутствие дефектов в виде литейных раковин, черновин, забоин и т. п. Непрямолинейность определяется с помощью ленточных и поверочных линейек и щупов, с помощью которых измеряется наибольший зазор между проверяемой поверхностью и линейкой. Этот размер и определяет собой непрямолинейность в измеряемой плоскости. Для контроля неплоскостности измеряется непрямолинейность плоскости в различных сечениях.

Контроль отверстий состоит в проверке их диаметральных размеров и отклонений формы. Для этой цели используются предельные калибры или универсальные измерительные средства (мелкосерийное и индивидуальное производства).

Расположение поверхностей оценивается по отклонениям от параллельности и от перпендикулярности. Отклонение от параллельности двух плоскостей определяется путем установки детали одной плоскостью на контрольную плиту, а расположение другой плоскости контролируется с помощью индикаторной головки, закрепленной на штативе, который перемещают по контрольной плите. Отклонение от перпендикулярности плоскостей детали устанавливается обычно с помощью ленточных угольников и щупов.

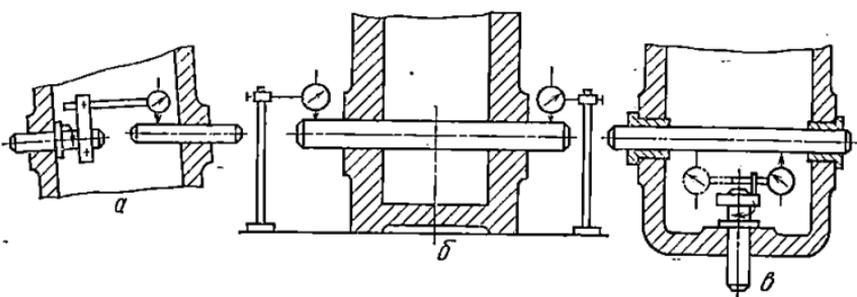


Рис. 55. Схемы проверки точности корпусных деталей:

а — соосности отверстий; *б* — параллельности плоскости оси отверстий; *в* — перпендикулярности осей отверстий.

Контроль расположения отверстий включает проверку отклонений от соосности, параллельности и перпендикулярности, измерение торцового биения и межосевого расстояния.

Взаимное расположение отверстий и плоскостей контролируется по отклонению от параллельности и по отклонению от перпендикулярности оси отверстия к плоскости.

Значения отклонений определяются с помощью контрольных приспособлений, в состав которых входят различные точно обработанные скалки, втулки и индикаторные головки. Примеры контроля некоторых отклонений приведены на рисунке 55.

Глава 5

ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ КЛАССОВ «НЕКРУГЛЫЕ СТЕРЖНИ» и «КРЕПЕЖНЫЕ ДЕТАЛИ»



5.1. Классификация и обработка деталей класса «некруглые стержни»

В класс «некруглые стержни» входят детали, длина которых более чем 2 раза превышает размеры поперечного сечения и которые не имеют формы тел вращения. К таким деталям относятся рычаги, тяги, серьги, вилки, балансиры, шатуны, балки, коромысла и др. Детали этого класса могут изготавливаться из стали, ковкого и серого чугуна. Заготовками стальных деталей являются

штамповки, поковки, в отдельных случаях — отливки. Детали из ковкого и серого чугуна изготавливаются из отливок. Обрабатываемые поверхности в рассматриваемых деталях занимают обычно сравнительно небольшую часть всей площади и имеют вид площадок, бобышек или ступиц с отверстием.

Черновыми установочными базами при обработке на первых операциях в большинстве случаев являются площадки, образуемые выступами, бобышками, торцами головок, а направляющими базами — наружный контур детали. При дальнейшей обработке в качестве баз используются обработанные на первой операции отверстия и торцовые поверхности. Технология обработки обычно содержит большой объем сверлильных и фрезерных работ, которые в крупносерийном и массовом производствах выполняются на агрегатных станках и автоматических линиях. В мелкосерийном и индивидуальном производствах применяются сверлильные и фрезерные станки.

Детали класса «некруглые стержни» обычно обрабатываются в такой последовательности:

- 1) черновая обработка торцов и основных отверстий;
- 2) чистовая обработка торцов и основных отверстий;
- 3) выполнение второстепенных операций: изготовление шпоночных пазов, сверление и нарезание крепежных отверстий и т. п.;
- 4) финишная обработка основных отверстий и торцов.

Примером деталей класса «некруглые стержни» могут служить шатуны двигателей, обработка которых рассматривается в главе 6.

5.2. Характеристика крепежных деталей

Конструктивно-технологическими особенностями деталей этого класса являются: небольшие размеры, наличие метрических резьб (наружных и внутренних), шестигранников, шлицов, отверстий и некоторых других конструктивных элементов. К крепежным деталям относятся болты, шпильки, гайки, винты, штифты, шурупы, пружинные шайбы и др. Крепежные детали можно разделить условно на мелкие — с резьбой М6 и менее, предназначенные для закрепления деталей без силовой нагрузки на крепеж, средние — с резьбой от М8 до М22,

предназначенные для работы с силовой нагрузкой, и крупные — с резьбой М27 и более. Мелкие и средние крепежные детали применяются и изготавливаются в больших количествах в специализированных цехах и предприятиях, крупные, как правило, на заводах, выпускающих машины, для которых эти детали предназначены.

Крепежные детали изготавливаются из углеродистых и легированных сталей марок Ст. 3, Ст. 4, Ст. 5, 20, 25, 30, 35, 40, 35Х, 40Х и др. В ряде случаев они подвергаются термической обработке. Так, материалу шатунных болтов термической обработкой придается высокая механическая прочность. Крепежные болты после холодной высадки головок подвергаются нормализации для снятия внутренних напряжений в месте перехода головки к стержню. Пружинные шайбы закаливаются для придания им упругих свойств.

5.3. Изготовление болтов, винтов и шпилек

Болты изготавливаются из круглого и шестигранного горячекатаного или холоднотянутого прутка или из бунтового металла. В массовом производстве болты получают на автоматических линиях, в состав которых входят болтовывсадочные, обрезающие и резьбонакатные автоматы. Применяются также многопозиционные прессы-автоматы объемной холодной и горячей штамповки.

Мелкие винты, болты и шпильки могут изготавливаться точением на одно- и многошпиндельных токарных автоматах.

Крупные крепежные детали в мелкосерийном и единичном производствах изготавливаются точением на токарно-револьверных и токарно-винторезных станках. Во многих случаях изготовление мелких болтов и винтов различных типов производится на токарных автоматах с нарезкой резьбы при помощи самораскрывающихся резьбовых головок.

В мелкосерийном и единичном производствах изготовление болтов, винтов и шпилек производится на токарно-винторезных станках. При этом метрическая резьба нарезается начерно за два-три прохода резцом, а затем начисто с помощью круглой плашки, установленной в задней бабке.

5.4. Изготовление гаек и шайб

В массовом производстве гайки изготавливаются на автоматических линиях, в состав которых входят холодно-высадочные и резбонарезные автоматы. Заготовкой для гаек служит бунтовый материал. Применяются также многопозиционные прессы-автоматы объемной штамповки, производительность которых достигает 150—200 гаек в 1 мин.

Пример технологического процесса холодной штамповки шестигранной гайки М10 на пятипозиционном автомате приведен на рисунке 56.

Нарезание внутренней резьбы производится на гайконарезных автоматах. Гайки сложной формы (фасонные, колпачковые и т. п.) обычно изготавливаются на токарных автоматах. Гайки большого размера в мелкосерийном и единичном производствах обрабатываются на токарно-револьверных станках, а в массовом — на специальных токарных станках. На рисунке 57 приведен

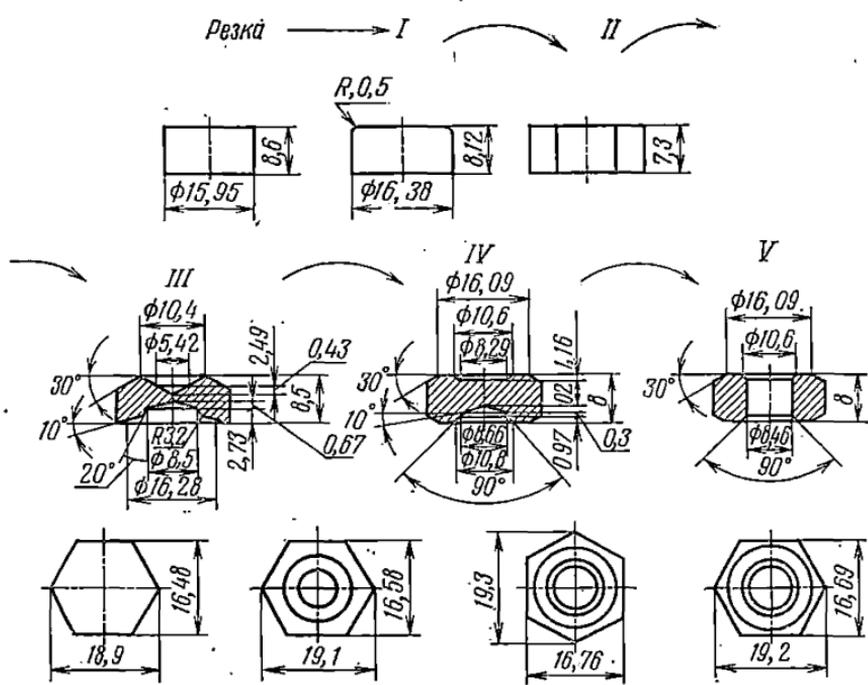


Рис. 56. Схема технологического процесса изготовления шестигранной гайки М10.

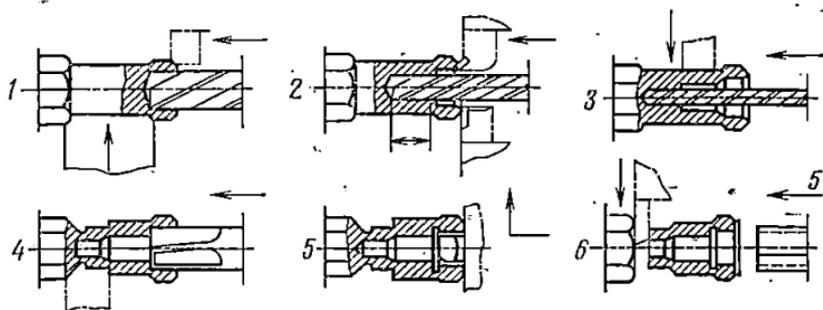


Рис. 57. Обработка фасонной гайки на шестишпиндельном токарном автомате.

технологический процесс обработки фасонной гайки на шестишпиндельном токарном автомате, а на рисунке 58 — технологический процесс обработки фасонной гайки на токарно-револьверном станке.

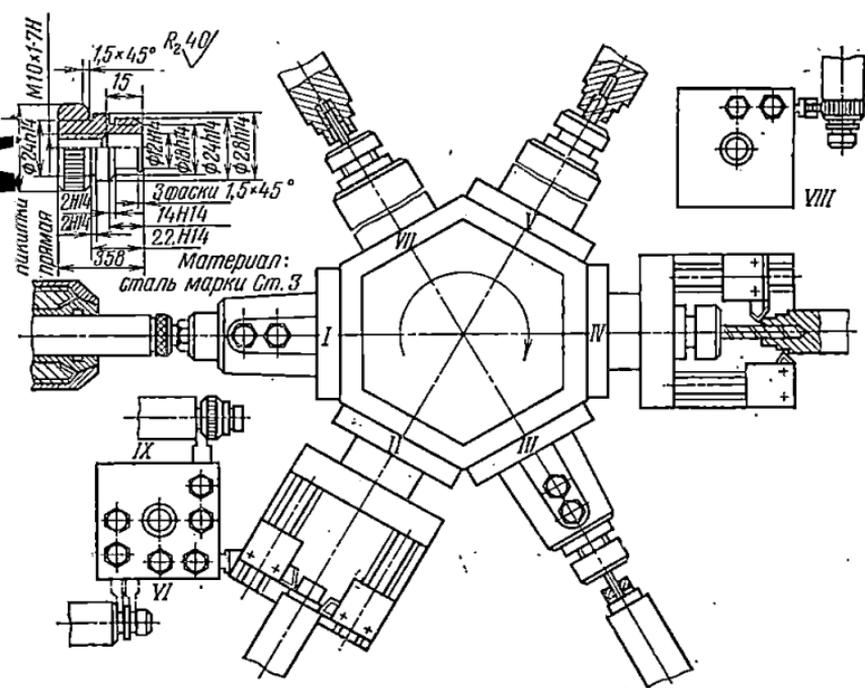


Рис. 58. Обработка фасонной гайки на токарно-револьверном станке: I—IX — позиции обработки.



6.1. Изготовление блоков цилиндров

Блоки цилиндров двигателей бывают рядными и V-образными. Изготавливаются они из серого чугуна марок СЧ18—36, СЧ21—40 и других и из алюминиевых сплавов. Отливки до механической обработки подвергаются искусственному старению для снятия внутренних напряжений. Блок цилиндров представляет собой корпусную деталь сложной формы с тщательно обработанными и точно расположенными плоскостями и базовыми отверстиями. Наиболее жесткие требования в отношении точности обработки предъявляются к привалочным плоскостям, отверстиям под вкладыши коренных подшипников, под втулки распределительного вала, под гильзы цилиндров.

Технологический процесс механической обработки блока цилиндров содержит большое число операций и в основном сводится к обработке плоскостей, центрирующих отверстий под гильзы, отверстий под вкладыши коренных подшипников и шейки распределительного вала, а также различных крепежных и смазочных отверстий. При механической обработке используются главным образом специальные станки и автоматические линии, выполняющие фрезерные, расточные, сверлильные и резьбонарезные операции.

Постоянными технологическими базами при большинстве операций являются нижняя опорная плоскость блока и два точных специально подготовленных установочных (технологических) отверстия, расположенных на ней по краям одной из сторон. До создания этих баз используются временно технологические базы на обработанных платиках.

На первой операции заготовка блока устанавливается по полуокружностям первой и пятой коренных опор гильзовому отверстию первого цилиндра. На этой операции фрезеруются боковые плоскости и технологические платики, используемые на второй операции в качестве временных установочных баз. Направляющими базами на второй операции служат полуокружност.

первой и пятой коренных опор. На второй операции обрабатываются начерно верхняя и нижняя плоскости; обработка ведется на продольно- или барабанно-фрезерном станке.

После черновой обработки продольных боковых поверхностей и платиков, протягивания поверхностей замка под крышки коренных подшипников выполняются две операции по сверлению и развертыванию двух технологических отверстий. Одновременно на этих операциях производится обработка и других отверстий. На всех последующих операциях используются постоянные технологические базы — нижняя плоскость блока и два установочных отверстия, которые обеспечивают угловую ориентацию блока. Применение принципа постоянных технологических баз обеспечивает получение детали высокой точности. Установочные приспособления на последующих операциях представляют собой опорную плиту, снабженную двумя установочными штифтами (цилиндрическим и ромбическим) и тремя (четырьмя) опорными пластинами. Для зажима заготовки служат различного рода гидравлические зажимные устройства.

Высокие требования к параллельности осей отверстий под коленчатый и распределительный валы к опорным плоскостям и жесткий допуск на межцентровое расстояние между ними обеспечиваются одновременной расточкой этих поверхностей на многошпиндельных агрегатных станках. Для получения требуемой шероховатости отверстий под вкладыши коренных подшипников $R_a=0,63$ мкм применяется их раскатывание роликами или хонингование.

Технический контроль при обработке блока производится после выполнения определенных групп операций механической обработки. Контролю подвергаются выборочно каждый 10, 20, 25 или 30-й блок либо производится сплошной контроль (каждого блока) в соответствии с данными карты технического контроля.

В качестве примера ниже приводятся основные технические требования к изготовлению блок-картера двигателя СМД-14. Заготовка блока представляет собой отливку из серого чугуна марки СЧ18—36 твердостью НВ 170—241 с толщиной стенок 7—8 мм. Литейные уклоны составляют 1—2°, а литейные радиусы — 3—5 мм. Припуск на обработку основных поверхностей

равен 5—3 мм. Отливка подвергается искусственному старению для снятия внутренних напряжений.

Основные технические требования к блоку цилиндров сводятся к следующему. Неплоскостность верхней плоскости (под головку блока) — не более 0,05 мм. Неплоскостность нижней плоскости (под картер) — не более 0,1 мм. Непараллельность верхней и нижней плоскостей — не более 0,1 мм. Непараллельность поверхности под головку блока и общей оси отверстий под коренные подшипники — не более 0,05 мм. Непараллельность общей оси подшипников распределительного вала и оси отверстий под коренные подшипники — не более 0,05 мм на всей длине.

Неперпендикулярность осей отверстий под гильзы цилиндров относительно общей оси отверстий коренных подшипников — не более 0,07 мм на длине 300 мм. Точность изготовления отверстий под коренные подшипники — по 6 качеству, шероховатость $R_a=0,63$ мкм, точность изготовления отверстий под распределительный вал — по 8 качеству. Радиальное биение промежуточных опор коренных подшипников относительно двух крайних — не более 0,03 мм, разность радиального биения соседних опор при этом должна быть не более 0,02 мм. Отклонение от правильной геометрической формы отверстий под вкладыши коренных подшипников — не более 0,015 мм. Несоосность отверстий под распределительный вал — не более 0,015 мм.

6.2. Изготовление головок цилиндров

Головки цилиндров — сложные по форме корпусные детали, но требующие меньшего объема механической обработки, чем блоки цилиндров. Они изготавливаются из серого или легированного чугуна, а также из алюминиевых сплавов. Конструкции головок различаются по форме камер сгорания, расположению клапанов, форсунок и свечей зажигания, причем конструкции тракторных головок значительно сложнее, чем головок блоков автомобильных карбюраторных двигателей. Внутри головки имеется водяная рубашка, которая после отливки и в процессе механической обработки должна подвергаться гидравлическим испытаниям. Характерным для головок цилиндров являются наличие большого числа отверстий под шпильки крепления головки, под напра-

влияющие втулки клапанов, наличие гнезд клапанов, высокие требования к плоскостности и прямолинейности привалочной плоскости под блок цилиндров.

Головки цилиндров карбюраторных (автомобильных) двигателей обычно имеют камеры сгорания, которые не подвергаются механической обработке. При разработке технологического процесса механической обработки таких головок поверхности камер сгорания используются на первой операции как технологическая установочная база. При обработке головок цилиндров тракторных двигателей в качестве первой базы служит необработанная поверхность привалочной плоскости. В дальнейшем, используя верхнюю плоскость как установочную базу, производят обработку нижней привалочной плоскости и двух установочных технологических отверстий на ней.

Вся последующая обработка головок цилиндров осуществляется на этих технологических базах.

Заготовка представляет собой отливку из модифицированного чугуна СЧ 21-40 твердостью HB 187-255 с толщиной ребер и стенок от 5 до 9 мм, литейные радиусы — 3—5 мм. Отливка подвергается искусственному старению для снятия внутренних напряжений и гидравлическому испытанию под давлением 0,4 МПа в течение 3 мин. В случае если выполнялась горячая заварка трещин, свищей, производится повторная проверка. Припуск на обработку плоскостей — 4 мм на сторону.

Наиболее ответственными поверхностями в головке являются привалочная плоскость и верхняя плоскость, поверхности седел клапанов, отверстия под направляющие втулки и посадочные места под форсунки. На привалочной плоскости прорезаются три термокомпенсационные прорези. Основные технические требования к точности обработки заключаются в следующем. Неплоскостность привалочной нижней плоскости — не более 0,1 мм на всей длине до и после фрезерования термокомпенсационных прорезей. Проверка неплоскостности производится после прижатия головки к поверочной плите с помощью восьми гаек. Шероховатость привалочной плоскости $R_a = 2,5$ мкм, а верхней и боковых поверхностей $R_z = 20$ мкм. Непараллельность верхней и привалочной плоскостей — не более 0,1 мм на всей длине. Биение фаски седла клапана относительно развернутого отвер-

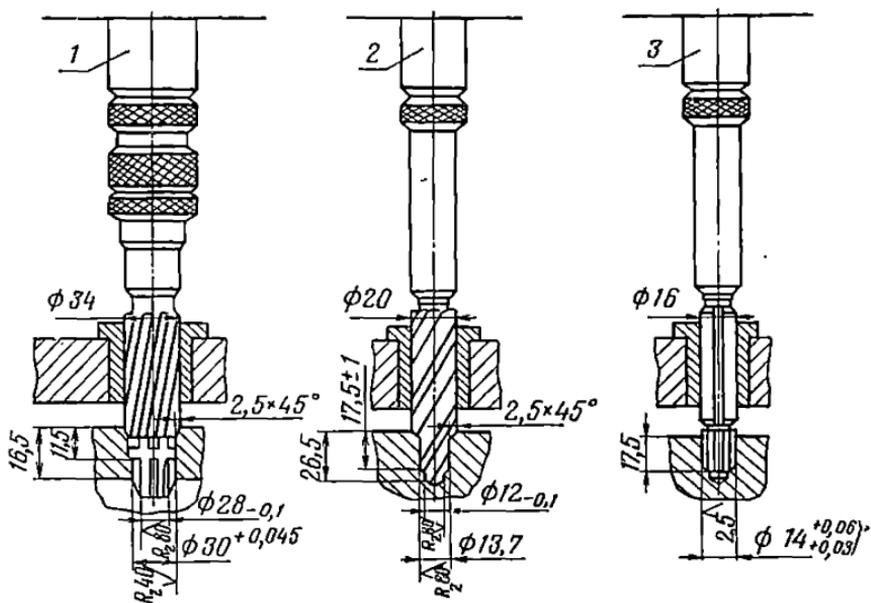


Рис. 59. Обработка отверстий головки цилиндров двигателя СМД-14 комбинированным инструментом:

1 — зенкерование; 2 — сверление; 3 — развертывание.

ствия запрессованной направляющей втулки не превышает $0,05$ мм.

Обработка ведется в основном на автоматических линиях с использованием специальных фрезерных и сверлильных многошпиндельных станков. На первых операциях выполняется черновая и чистовая обработки всех плоскостей. После изготовления на четвертой операции двух установочных отверстий диаметром 14 мм они вместе с привалочной плоскостью используются в качестве постоянной установочной базы на большинстве последующих операций.

После обработки плоскостей и изготовления крепежных отверстий производится черновое и чистовое зенкерование отверстий под форсунки, сферических отверстий под вставки камеры сгорания, под направляющие втулки клапанов и седел клапанов. Для обработки ступенчатых отверстий с одновременным снятием фасок используется комбинированный и ступенчатый инструмент.

На рисунке 59 показаны различные случаи исполь-

зования такого инструмента с направлением его по кондукторным втулкам. Сферические отверстия и седла клапанов дополнительно развертываются. После завершения механической обработки головка цилиндров подвергается гидравлическому испытанию под давлением 0,4 МПа в течение 3 мин. 10%-ным водным раствором хлористого аммония.

На отдельных стадиях обработки головки цилиндров выполняются контрольные операции по проверке размеров, плоскостности, параллельности и других технических требований.

6.3. Изготовление гильз цилиндров

Гильзы цилиндров являются ответственными деталями шатунно-поршневой группы двигателя. Различают сухие и мокрые гильзы. Сухие (короткие) гильзы из материала повышенной износостойкости устанавливаются в верхней части цилиндра двигателя и прилегают всей своей наружной точно обработанной поверхностью к цилиндру блока двигателя. Их запрессовывают в цилиндры блока или в мокрые гильзы, затем зеркало цилиндра окончательно обрабатывают совместно с гильзой. Сухие гильзы применяются в основном в блоках двухтактных двигателей. Мокрые гильзы сопрягаются с блоком лишь по посадочным пояскам и по торцу буртов, а наружная поверхность между поясками может оставаться необработанной.

Блоки тракторных двигателей, как правило, имеют мокрые гильзы. Гильзы изготавливаются из серых чугунов марок МСЧ 28—48, СЧ 21—40 и из специальных чугунов с легирующими добавками. Повышение износостойкости зеркала цилиндра в ряде случаев достигается пористым хромированием его поверхности слоем толщиной 0,05—0,1 мм. Для повышения износостойкости автотракторных гильз поверхность зеркала гильзы подвергается закалке токами высокой частоты до твердости HRC 40—50 на глубину не менее 1,5 мм.

Заготовки гильз изготавливаются литьем в земляные оболочковые формы или центробежным литьем. Припуски на механическую обработку составляют 1,5—2,5 мм на сторону. Отливки очищаются от песка и пригоревшей земли и подвергаются отжигу.

Основной объем работ по обработке гильз приходится на токарные и расточные операции. При обработке необходимо учитывать, что гильза представляет собой тонкостенный цилиндр, легко деформируемый под действием усилий зажима и сил резания.

Основные технические требования к механической обработке заключаются в следующем. Точность изготов-

ТАБЛИЦА 7

Технологические операции механической обработки гильзы цилиндров двигателя ЯМЗ-238НБ

Номер операции	Наименование операции и ее содержание	Станок (тип, модель)
1	Токарная. Черновое обтачивание наружной поверхности гильзы по копиру, подрезание бурта и обоих торцов гильзы	Токарный гидрокопировальный с многолезцовыми суппортами 1722
2	Расточная. Черновое растачивание отверстия гильзы	Вертикально-расточный четырехшпиндельный РА-209
3	Токарная. Получистовое обтачивание поясков и бурта	Токарный многолезцовый полуавтомат 1А730
4	Расточная. Чистовое растачивание отверстия гильзы	Вертикально-расточный четырехшпиндельный РП-209
5	Термическая обработка. Закалка токами высокой частоты	Установка для закалки токами высокой частоты
6	Токарная. Обтачивание поясков, протачивание канавок и снятие фасок	Токарный многолезцовый полуавтомат 1А730
7	Гидравлическое испытание. Испытание водой под давлением 0,4 МПа в течение 2 мин	Гидравлический стенд
8	Хонинговальная. Черновое хонингование зеркала цилиндра	Вертикальный хонинговальный четырехшпиндельный
9	Хонинговальная. Получистовое хонингование зеркала	Вертикальный хонинговальный четырехшпиндельный
10	Токарная. Чистовое обтачивание поясков и бурта	Отделочно-обточной двухшпиндельный 2А715
11	Токарная. Чистовое подрезание торцов бурта	Отделочно-обточный четырехшпиндельный 2705
12	Хонинговальная. Чистовое хонингование зеркала цилиндра	Вертикальный хонинговальный четырехшпиндельный

ления отверстия тракторных гильз обеспечивается по 7—8 качеству.

Для получения точного сопряжения с поршнем гильзы в пределах допуска сортируются на группы с более жестким допуском в пределах 10—20 мкм. Допустимое отклонение формы отверстия на всей длине гильзы должно быть в пределах допуска группы (10—20 мкм).

Допуски на диаметры наружных поверхностей (посадочные пояски) обычно назначаются по 6 качеству точности (посадки f7 или e8). Биение посадочных поясков относительно внутренней поверхности должно быть не более 0,1 мм, а их шероховатость $R_z=20—10$ мкм. Шероховатость зеркала цилиндра должна быть $R_a=0,32$ мкм (в гильзах автомобильных двигателей она не превышает $R_a=0,16$ мкм).

В обработанном виде гильза должна быть подвергнута гидравлическому испытанию под давлением 0,4 МПа в течение 2 мин.

Для получения поверхности с низкой шероховатостью на заключительных операциях обработки гильзы вводится шлифование поясков и бурта и многократное хонингование зеркала цилиндра (черновое, получистовое, чистовое и тонкое).

В качестве примера на рисунке 60 показана гильза двигателя ЯМЗ-238НБ, а в таблице 7 приведен перечень технологических операций механической обработки.

Отличительной особенностью здесь является то, что первой операцией служит токарная обработка наружной поверхности гильзы. Заготовка устанавливается на оправку с разжимными кулачками и обрабатывается в центрах на многолезцовом токарном гидрокопировальном станке. Во многих других случаях первой операцией является черновое растачивание заготовки гильзы.

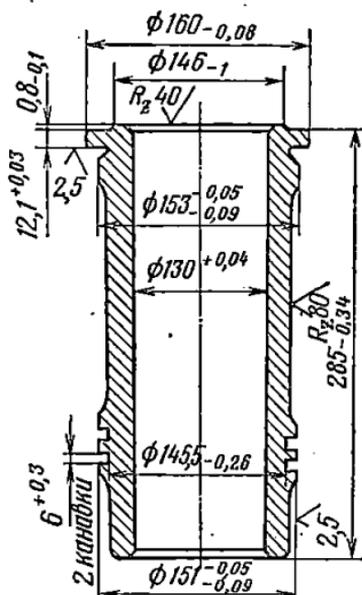


Рис. 60. Гильза цилиндра двигателя ЯМЗ-238НБ.

В последнем случае деталь центрируется с помощью конических ловителей и зажимается по наружной поверхности. Обработанные на первой операции поверхности служат базой на следующей операции.

Токарная обработка наружных поверхностей обычно выполняется на многорезцовых полуавтоматах. Растачивание отверстия гильзы производится на многошпиндельных вертикально-расточных станках. Поскольку гильза имеет небольшую жесткость, приспособления, применяемые для обработки отверстия, при зажиме не должны создавать заметных деформаций гильзы. С этой целью в таких приспособлениях центрирование гильзы происходит по пояскам, а зажим — по торцу.

Для контроля гильз цилиндров применяются пневматические и индикаторные приспособления. Контролируются диаметры и форма отверстия и поясков, толщина бурта, торцовое и радиальное биения. На специальных устройствах производится автоматический контроль внутреннего диаметра гильз и их сортировка на размерные группы. Автоматически соответствующей краской производится и маркировка группы.

6.4. Изготовление шатунов

Шатуны двигателей воспринимают большие динамические нагрузки, поэтому с целью обеспечения достаточной прочности и жесткости они имеют двутавровое сечение и изготавливаются из прочных сталей марок 40, 40Х, 40ХФА, 45, 45Г2 и др. В верхнюю головку шатуна запрессовывается бронзовая втулка, а в нижнюю устанавливаются шатунные вкладыши.

Заготовки шатунов изготавливаются горячей штамповкой с последующими термической обработкой и правкой.

Шатуны дизельных двигателей должны подвергаться 100%-ной проверке с помощью магнитных дефектоскопов для выявления трещин и других скрытых дефектов.

К готовому шатуну предъявляются следующие технические требования. Точность обработки нижней головки — по 6 качеству, а верхней — по 7 качеству точности, шероховатость поверхности R_a соответственно 0,63 и 1,25 мкм. Допустимые отклонения формы головок шатуна задаются в пределах допуска; в ряде случаев

для нижней головки требования в отношении допустимых отклонений формы ужесточаются. Расстояние между осями верхней и нижней головок шатуна выдерживается с точностью 0,04—0,05 мм в дизельных двигателях и до 0,1 мм — в карбюраторных. Отверстия под шатунные болты обрабатываются по 7—8 квалитетам точности с шероховатостью поверхности $R_a=2,5$ мкм. Непараллельность осей отверстий верхней и нижней головок шатуна не должна превышать 0,04—0,05 мм на 100 мм измеряемой длины.

На уравнишенность всего двигателя оказывают большое влияние положение центра тяжести каждого шатуна и его масса. Поэтому после окончательной механической обработки производят подгонку шатунов по массе и сортируют их на группы.

Технологический маршрут механической обработки зависит от вида заготовки шатуна, которая может быть цельноштампованной (совместно с крышкой) или штампованной отдельно от крышки. Цельноштампованные шатуны вначале обрабатываются (предварительно) совместно с крышкой, после чего крышка отрезается и дальнейшая обработка шатуна и крышки производится раздельно. Во всех случаях окончательная обработка шатуна выполняется после его сборки с крышкой. Таким образом, крышки шатунов не могут быть взаимозаменяемы.

Основные задачи механической обработки шатуна сводятся к точной обработке отверстий в верхней и нижней головках и торцов головок, получению точного разъема в нижней головке и двух отверстий под шатунные болты. Технологические базы на первых операциях — торцы и наружные поверхности головок, на последующих операциях — торцы и обработанное отверстие.

Основные методы обработки шатуна — фрезерование, протягивание, сверление и растачивание. Финишная обработка состоит в хонинговании отверстия нижней головки и растачивании или раскатывании отверстия втулки верхней головки. Шатуны обрабатываются на специальных многшпиндельных и агрегатных станках или на автоматических линиях.

Механическая обработка цельноштампованного шатуна производится в такой последовательности. На первых операциях обрабатываются торцы головок и площадки на них, растачивается предварительно отверстие

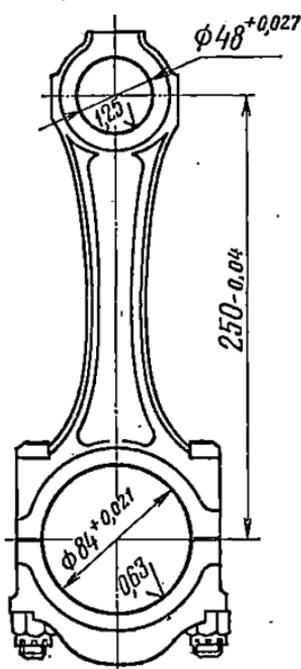


Рис. 61. Шатун двигателя СМД-14.

верхней головки. Отрезается крышка нижней головки и шлифуются торцы стыка. Затем обрабатываются отверстия под шатунные болты совместно в шатуне и крышке. Производятся сверление, зенкерование и развертывание этих отверстий. Взамен зенкерования и развертывания в ряде случаев применяется протягивание. В крышке и шатуне фрезеруются гнезда под замок вкладышей.

После сборки шатуна с крышкой производятся сверление смазочных отверстий, предварительное растачивание нижней головки, чистовое и тонкое растачивание отверстий в обеих головках. После запрессовки втулки в верхнюю головку хонингуется отверстие нижней головки и растачивается отверстие втулки верхней головки.

У отдельно штампованных шатунов после предварительного шлифования торцов обеих головок и крышки шатуна производится протягивание боковых установочных площадок, плоскостей разъема и полуокружностей гнезд вкладышей, а далее обработка ведется так же, как и цельноштампованных шатунов.

В качестве примера на рисунке 61 показан шатун двигателя СМД-14, а в таблице 8 приведен перечень технологических операций механической обработки. Заготовка — цельноштампованная (шатун и крышка) из стали 40Х. Припуск на обработку отверстий на сторону 1,5—2 мм, на обработку торцов — 2—3 мм.

В готовом шатуне контролю подвергаются диаметры отверстий верхней и нижней головок, положение их осей в двух плоскостях, высота головок, расстояние между осями и другие параметры. Для контроля используются индикаторные и пневматические устройства. При обработке шатунов на автоматических линиях точность его изготовления обеспечивается средствами активного контроля в процессе выполнения отдельных операций.

ТАБЛИЦА 8

Технологические операции механической обработки шатуна двигателя СМД-14

Номер операции	Наименование операции и ее содержание	Станок (тип, модель)
1	Фрезерная. Фрезерование торцов головок шатуна	Продольно-фрезерный двухстоечный и четырехшпиндельный ГФ-766
2—3	Шлифовальная. Шлифование торцов нижней и верхней головок	Плоскошлифовальный полуавтомат 37315
4	Протяжная. Протягивание базовых площадок головок шатуна	Двухрамный вертикально-протяжной 7А710Д
5	Сверлильная. Зенкерование отверстия верхней головки и зенкование двух фасок	Агрегатный
6	Фрезерная. Фрезерование опорных площадок под гайку	Вертикально-фрезерный 6М11
7	Фрезерная. Отрезание крышки	Продольно-фрезерный для резки
8	Шлифовальная. Шлифование плоскостей стыка шатуна и крышки	Плоскошлифовальный 3Б756
9	Сверлильная. Сверление, зенкование и развертывание отверстий под шатунные болты совместно с крышкой	Специальный десятишпиндельный двухсторонний
10	Фрезерная. Фрезерование в шатуне и крышке гнезд замков вкладышей	Горизонтально-фрезерный 6Н82Г
11	Слесарная. Сборка шатуна с крышкой двумя технологическими болтами и затяжка гаек крутящим моментом 130—140 Н·м	Гайковерт, динамометрический ключ
12—13	Сверлильные. Сверление и зенкование трех отверстий в верхней головке шатуна	Вертикально-сверлильный 2Н1113
14	Расточная. Черновое растачивание отверстия нижней головки шатуна	Расточный восьмишпиндельный 57А612
15	Сверлильная. Снятие фасок в нижней головке шатуна	Вертикально-сверлильный 2Н125
16	Расточная. Чистовое растачивание отверстий головок шатуна	Расточный восьмишпиндельный 57А612
17	Расточная. Тонкое растачивание отверстий головок шатуна	Отделочно-расточный ОС-1486
18	Слесарная. Запрессовка бронзовой втулки в отверстие верхней головки шатуна	Пневматический пресс
19	Хонинговальная. Хонингование нижней головки шатуна	Хонинговальный СС-113
20	Расточная. Растачивание отверстия во втулке верхней головки шатуна	Отделочно-расточный ОС-1486

6.5. Изготовление коленчатых валов

Коленчатый вал тракторного двигателя обычно имеет три или пять коренных шеек и две или четыре шатунные шейки. Диаметр коренных шеек от 70 до 105 мм при длине от 46 до 56 мм, диаметр шатунных шеек от 65 до 88 мм при длине от 40 до 82 мм. Радиус кривошипа составляет обычно 60—70 мм. Длина коленчатых валов находится в пределах от 450 до 865 мм. Валы изготавливаются штамповкой из сталей марок 45, 45X, 45Г2, 50Г или отливкой из высокопрочного чугуна твердостью HB 200—255, модифицированного магнием. Используется также для отливки валов ковкий перлитный чугун. В связи с меньшей прочностью чугуна по сравнению с прочностью стали литые валы (обычно полые) имеют увеличенные диаметры коренных и шатунных шеек, увеличенные радиусы галтелей и большую толщину щек. Припуски на обработку стальных штампованных валов составляют 4—6 мм на сторону. После штамповки стальные валы подвергаются отжигу и нормализации. Масса заготовок коленчатых валов тракторных двигателей 25—95 кг.

На коленчатых валах обрабатываются коренные и шатунные шейки, торцовые поверхности щек, галтели в местах перехода шеек к щекам, посадочные места под маховик, шестерню распределения и сальник, резьбовые отверстия, смазочные каналы и другие отверстия. Наибольший объем обработки приходится на токарные и шлифовальные работы, при выполнении которых технологическими базами являются центровые отверстия на торцах вала. Шейки стальных валов подвергаются поверхностной закалке токами высокой частоты до твердости HRC 50—60 на глубину 3—5 мм. Обработанный вал должен быть статически и динамически сбалансирован. Валы проверяются магнитным дефектоскопом, после чего размагничиваются.

Технические требования к механической обработке заключаются в следующем. Обработка коренных и шатунных шеек производится по 5 качеству точности с шероховатостью $R_a=0,32$ мкм. Шейки могут изготавливаться по двум номинальным диаметрам, различающимся на 0,25 мм. Галтели обрабатываются с шероховатостью $R_a=0,63$ мкм и могут подвергаться полированию или поверхностно-пластическому деформированию путем обкатки роликами или шариками.

Допустимые отклонения формы шеек: некруглость до 0,015 мм, нецилиндричность — не более 0,03 мм на длине 100 мм. Радиальное биение коренных шеек относительно крайних коренных — не более 0,03—0,05 мм (для различных шеек).

Технологический процесс обработки коленчатых валов состоит из следующих основных этапов:

1) обработка технологических баз: фрезерование торцов и сверление центровых отверстий, фрезерование площадок на щеках для угловой ориентации вала при обработке шатунных шеек;

2) обтачивание коренных шеек на концах вала;

3) черновое шлифование коренных шеек;

4) черновое и чистовое обтачивания шатунных шеек;

5) черновое шлифование шатунных шеек;

6) обработка полостей в шейках, маслопроводных каналов и других отверстий;

7) термическая обработка шеек;

8) чистовое шлифование коренных и шатунных шеек;

9) обработка отверстий в концах вала, фрезерование шпоночных пазов;

10) балансировка;

11) финишная обработка шеек;

12) магнитная дефектоскопия.

Обработка торцов и центровых отверстий производится за одну операцию на фрезерно-центровальных станках. Технологическими базами при этом служат две крайние коренные шейки, закрепляемые в самоцентрирующих призматических губках приспособления. В осевом направлении вал фиксируется по одной из щек. После изготовления центровых отверстий на щеках фрезеруются площадки и бобышки. Для обработки используются продольно-фрезерные станки.

Черновая токарная обработка коренных шеек производится с установкой детали в центрах на специальных токарных многорезцовых полуавтоматах. Для этой обработки используются твердосплавные широкие и фасонные резцы, работающие методом врезания.

При обработке длинных многоопорных коленчатых валов (автомобильных двигателей) могут применяться другие схемы обработки. Например, сначала обтачивается и шлифуется средняя коренная шейка, а затем обработка ведется на специальном токарном многорезцовом

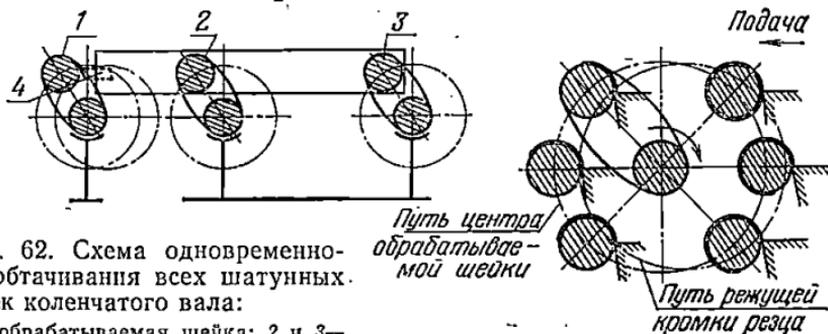


Рис. 62. Схема одновременного обтачивания всех шатунных шеек коленчатого вала:

1 — обрабатываемая шейка; 2 и 3 — кривошипы суппорта; 4 — резец.

полуавтомате с центральным приводом при использовании предварительно обработанной шейки в качестве дополнительной центральной опоры, а щеки — для передачи вращения заготовке. Обтачивание коренных шеек коротких двух- и трехпорных валов может производиться на гидрокопировальных токарных полуавтоматах.

Шатунные шейки обтачиваются попарно вокруг их общей оси с использованием центросмесителей. Технологическими базами служат коренные шейки и пластики на щеках, обеспечивающие угловую ориентацию шатунных шеек. В массовом производстве, где применяются специальные станки (двухпозиционный типа 1Б841), одновременно обтачиваются все шатунные шейки при вращении вала вокруг оси коренных шеек. При этом резцы совершают поступательное движение, копируя траекторию движения шатунной шейки (рис. 62). В каждом из суп-

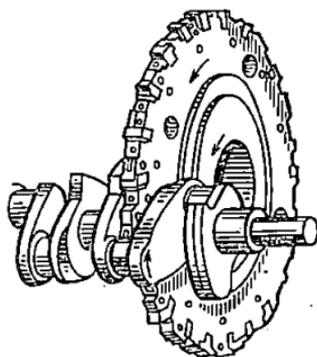


Рис. 63. Ротационное фрезерование шатунных шеек коленчатого вала.

портов закрепляются с одной стороны шейки один широкий резец, с другой стороны — два фасонных резца (для обтачивания галтелей и подрезки торцов шеек). Прогрессивным методом черновой обработки шатунных шеек является ротационное фрезерование твердосплавными дисковыми фрезами большого диаметра (рис. 63). Обработка шейки производится за один оборот заготовки, медленное вращение которой создает круговую подачу.

Коренные шейки шлифуются одновременно на многокаменных шлифовальных полуавтоматах в центрах с применением люнетов. Перед чистовым шлифованием производятся правка коленчатого вала и шлифование гнезд центровых отверстий. Шатунные шейки шлифуются обычно поочередно со смещением оси коренных шеек на размер радиуса кривошипа. Так же, как и при обтачивании, должна быть обеспечена угловая ориентация вала. Чистовое шлифование коренных и шатунных шеек выполняется после их поверхностной закалки токами высокой частоты.

Сверление глубоких отверстий для получения смазочных каналов — сложная операция, требующая своевременного удаления стружки и соответствующих режимов обработки. Эта операция выполняется на специальных многошпиндельных сверлильных станках с автоматическим циклом обработки. Для периодического удаления стружки и предупреждения поломки сверла автоматически осуществляется многократный вывод сверла из обрабатываемого отверстия. После выполнения этой операции необходима тщательная промывка масляных каналов для полного удаления остатков стружки.

К финишным операциям относятся суперфиниширование и полирование шеек. Эти методы обработки позволяют получить поверхность с шероховатостью $R_a = 0,32$ мкм. Геометрические параметры шеек должны быть обеспечены чистовым шлифованием.

Для повышения усталостной прочности валов галтели шеек подвергаются поверхностному пластическому деформированию.

В соответствии с техническими требованиями вал должен быть статически и динамически сбалансирован. У статически уравновешенного коленчатого вала центр тяжести системы вала лежит на оси вращения. У динамически сбалансированного вала сумма моментов центробежных сил масс, вращающихся относительно оси вала, равна нулю.

При балансировке начальная динамическая неуравновешенность в $0,3—0,1$ Н·м для валов дизельных двигателей доводится до $0,003—0,007$ Н·м и для карбюраторных (высокооборотных) до $0,0012—0,003$ Н·м. Балансировка выполняется на специальных балансировочных станках. Принцип действия одного из станков для динамической балансировки показан на рисунке 64.

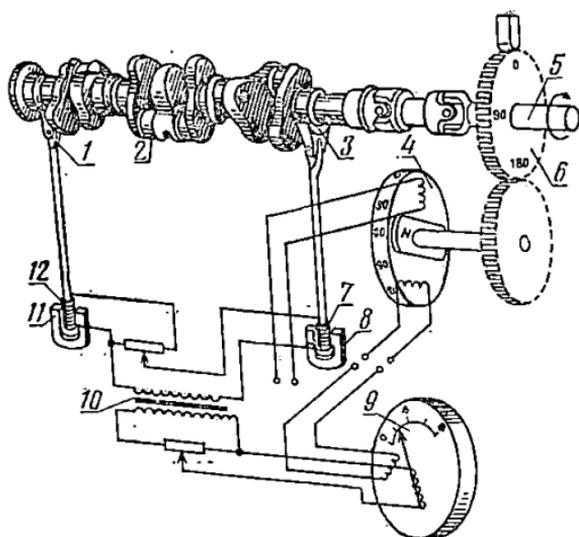


Рис. 64. Принципиальная схема станка для динамической балансировки коленчатых валов:

1 и 3 — опоры; 2 — балансируемый коленчатый вал; 4 — генератор; 5 — приводной вал; 6 — зубчатое колесо; 7 и 12 — катушки; 8 и 11 — магниты; 9 — прибор для замера дисбаланса; 10 — усилитель тока.

Уравновешивание достигается путем сверления в щеках или противовесах отверстий диаметром 25—28 мм и глубиной до 45 мм, фрезерованием щек или противовесов. Современные балансировочные станки автоматизированы. Шкалы приборов указывают все данные, необходимые для балансировки: глубину сверления, вес неуравновешенного груза и т. д., некоторые станки снабжены сверлильными головками.

Балансировочный станок, схема которого показана на рисунке 64, имеет следующий принцип действия. Коленчатый вал 2, установленный на опоры 1 и 3, приводится во вращение с помощью приводного вала 5. Если коленчатый вал неуравновешен, опоры 1 и 3 будут перемещаться под действием сил дисбаланса и вызывать перемещение катушек 7 и 12 в постоянных магнитах 8 и 11. Электрический ток, возникающий при этом в катушках, усиливается с помощью усилителя 10 и передается на прибор 9, показывающий дисбаланс вала. С помощью генератора 4 определяется плоскость расположения неуравновешенных масс коленчатого вала.

Контроль вала заключается в проверке диаметров коренных и шатунных шеек и на концах вала, биения

шеек и торцов. Проверяются длины шеек, их линейное и угловое расположение, радиус кривошипа и другие размеры и параметры. Осмотром контролируют отсутствие царапин, заусенцев, наличие операционных клемм и т. д.

6.6. Изготовление распределительных валов

Распределительный вал, обладающий относительно большой длиной и малой жесткостью, имеет три-четыре опорные цилиндрические шейки, кулачки сложной формы и другие конструктивные элементы, требующие точной обработки. В карбюраторных двигателях распределительный вал снабжен эксцентриком для привода топливного насоса и косозубой шестерней для привода распределителя зажигания. На переднем конце распределительного вала находится шейка или фланец, на которые насаживается шестерня привода вала. Для угловой ориентации кулачков на переднем торце изготавливается точное установочное отверстие.

Длина распределительных валов обычно находится в пределах 450—860 мм при диаметре шеек 38—60 мм.

Распределительные валы изготавливаются штамповкой из сталей марок 45, 40Г, 50Г и др. Применяются иногда валы из высокопрочного чугуна, отлитые в оболочковые формы. Штампованные заготовки стальных валов подвергаются нормализации и отжигу.

Опорные шейки и кулачки после предварительной обработки подвергаются поверхностной закалке токами высокой частоты до твердости HRC 54—62 на глубину 2—5 мм. Глубина закаленного слоя на вершине кулачков доходит до 10 мм.

Припуски на механическую обработку валов находятся в пределах 1,5—2 мм на сторону.

К обработке распределительных валов предъявляются следующие технические требования. Опорные шейки валов дизельных двигателей изготавливаются по 6 качеству точности, шероховатости шеек и кулачков $R_a = 0,63$ мкм. Некруглость и нецилиндричность шеек — не более 0,02 мм. Угловое отклонение профиля кулачков относительно оси установочного отверстия $\pm 1^\circ$. Биение средней опорной шейки относительно крайних — не более 0,03—0,05 мм.

Технологический процесс обработки распределительных валов дизельного двигателя состоит из следующих этапов:

- 1) обработка торцов и центровых отверстий;
- 2) черновое и чистовое обтачивание шеек, подрезка торцов кулачков и шеек;
- 3) черновое шлифование шеек;
- 4) сверление, зенкерование и развертывание установочного отверстия для угловой ориентации кулачков, сверление и развертывание центрального отверстия, сверление и нарезание резьбы в других отверстиях;
- 5) фрезерование масляной канавки;
- 6) обтачивание кулачков;
- 7) черновое шлифование кулачков;
- 8) термическая обработка;
- 9) чистовое шлифование шеек;
- 10) чистовое шлифование кулачков.

Помимо указанных работ, в процессе изготовления вала выполняются операции технического контроля, правки и мойки. На распределительных валах автомобильных двигателей дополнительно обрабатываются зубья шестерни привода распределителя зажигания, сверлятся масляные каналы и производится финишная обработка шеек и кулачков.

Обработка торцов и центровых отверстий на валах ведется на двухсторонних фрезерно-центровальных станках. Обтачивание шеек и подрезание торцов выполняются на токарных многолезцовых полуавтоматах с односторонним, двусторонним (вращение за оба конца вала) или центральным (вращение за среднюю шейку) приводом. В двух последних случаях значительно уменьшается скручивание вала при обработке.

Вследствие малой жесткости распределительных валов и возможности их прогиба от сил резания обработка шеек и кулачков производится с применением люнетов. Для этой цели средняя шейка вала четырехцилиндрового двигателя или две средние шейки вала многоцилиндрового двигателя после зацентровки заготовки обрабатываются начерно и начисто под люнет. Шейки валов шлифуются на круглошлифовальных станках в центрах.

Кулачки имеют сложный фасонный профиль, и их обработка требует применения копировальных станков. Токарная обработка кулачков производится на копировально-токарных полуавтоматах. Для получения требуемого профиля кулачка при его обтачивании резец, установленный в резцедержателе, должен соответствующим

щим образом смещаться относительно оси вращения вала в поперечном направлении. Чтобы обеспечить благоприятные условия резания (создание необходимых углов резания), резец должен также поворачиваться в зависимости от угла поъема линии кулачка в данной точке. Оба эти движения на станке создаются путем использования соответствующих механизмов с кулачками.

На рисунке 65 показана принципиальная схема обтачивания кулачка на токарно-копировальном станке. Обрабатываемая заготовка, копирный вал и копир вращаются синхронно. Копирный вал создает радиальное перемещение резца в соответствии с профилем кулачка, а копир поворачивает резец, сохраняя постоянным угол резания. Продольная подача обеспечивается перемещением заготовки относительно своей оси. Для предотвращения изгиба валов используются поддерживающие люнеты.

При обработке кулачков необходимо обеспечить требуемое угловое положение заготовки относительно копирного вала станка. Для этой цели используется установочное отверстие в переднем торце, обработанное на предыдущих операциях с учетом расположения кулачков.

Один из кулачков служит установочной базой. Шлифование профиля кулачков выполняется на копировально-шлифовальных полуавтоматах, снабженных дисковыми копирами.

На рисунке 66 показана схема станка для шлифования кулачков распределительного вала. Вал устанавливается в центры бабок, смонтированных на льюлке 7, которая может качаться вокруг оси 8. Пружина 6 постоянно стремится повернуть льюлку против часовой стрелки. На шпинделе 5 передней бабки, жестко связанным с распределительным валом, неподвижно закрепляется копир 4, упирающийся под действием пружины 6

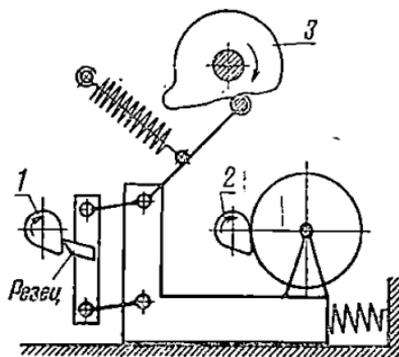


Рис. 65. Принципиальная схема обтачивания кулачка распределительного вала на токарно-копировальном станке:

1 — заготовка; 2 — копирный вал; 3 — копир.

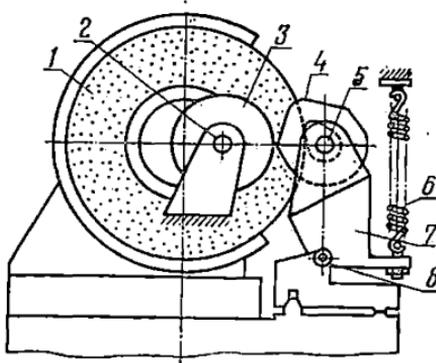


Рис. 66. Схема станка для шлифования кулачков распределительного вала:

1 — шлифовальный круг; 2 — ось; 3 — ролик; 4 — копир; 5 — шпиндель; 6 — пружина; 7 — люлька; 8 — ось.

в ролик 3. Ролик свободно вращается вокруг неподвижной оси 2. При вращении распределительного вала (вместе со шпинделем передней бабки) копир скользит по ролику и в соответствии со своим профилем отводит люльку с бабками и распределительным валом. В результате одновременного воздействия копира 4 и пружины 6 люлька качается вокруг оси 8, приближая и удаляя распределительный вал от шлифовального круга 1. Профили впускного и выпускного кулачков различны, поэтому каждый из них должен обрабатываться по своему копиру.

Шлифование производится широким кругом методом врезания. В массовом производстве для шлифования кулачков применяются специальные многокаменные полуавтоматы типа ХШ-170. Для обеспечения высокой точности обработки перед чистовыми операциями фаски центровых отверстий правятся на центрошлифовальных станках. При обработке валов автомобильных двигателей дополнительно вводятся такие финишные операции, как суперфиниширование шеек или долирование шеек и кулачков, обеспечивающих шероховатость поверхности $R_a=0,32$ мкм.

При контроле распределительных валов проверяются их основные геометрические размеры, отклонения формы, биение поверхностей, угловое расположение и профиль кулачков. Контроль изготовления кулачков производится по эталонному распределительному валу с помощью компара-

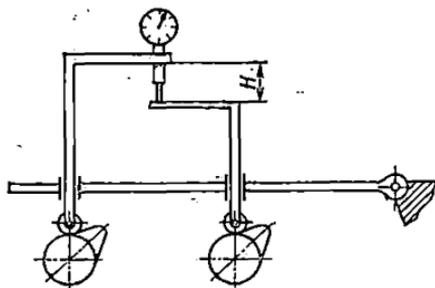


Рис. 67. Принципиальная схема прибора для контроля профиля кулачка.

тора (рис. 67). Проверяемый и эталонный валы вращаются синхронно. При отклонениях углового расположения или профиля кулачков создается разность в перемещениях измерительных стержней, которая фиксируется индикаторной головкой. При одинаковом профиле и совпадении угловых положений проверяемого и эталонного кулачков расстояние H остается постоянным.

В связи с малой жесткостью распределительные валы подвергаются правке на разных стадиях обработки: перед механической обработкой, перед черновым шлифованием шеек, перед черновым шлифованием кулачков и после термической обработки.

6.7. Изготовление поршней

Поршни современных тракторных двигателей изготавливаются из высококремнистых алюминиевых сплавов АЛ25, АЛ10 и др. Такие поршни обладают малой массой и высокой теплопроводностью. Чугунные поршни из-за большой массы находят применение только на тихоходных двигателях. Поршни тракторных двигателей имеют диаметр от 105 до 130 мм.

Алюминиевый поршень представляет собой тонкостенную деталь сложной формы с высокими требованиями в отношении точности механической обработки. Основными конструктивными элементами поршня являются головка с днищем, юбка и две бобышки с отверстиями под поршневой палец. На головке поршня протачиваются канавки под поршневые кольца. Юбка поршня имеет овальное сечение и сквозные прорези шириной до 3 мм, предназначенные для создания упругости юбки, ее термокомпенсации при нагреве работы двигателя и уменьшения теплопередачи от головки поршня к юбке. В канавках под маслоъемные кольца сверлятся радиальные отверстия для отвода масла. Днище поршня в зависимости от типа двигателя может быть плоским, фасонным и с камерами различной формы. Для повышения износостойкости и улучшения прирабатываемости рабочая поверхность поршня подвергается лужению, фосфатированию или анодированию.

Заготовки алюминиевых поршней отливаются в металлические формы (кокили) и подвергаются термической обработке для снятия внутренних напряжений и улучшения механических свойств металла. Твердость от-

ливок после термической обработки НВ 100—140. Термическая обработка заключается в нагреве до температуры 150—170°C и выдержке в печи в течение 6 ч. Изготовление отливок в металлических формах обеспечивает получение заготовок с размерами по 12—14 квалитетам точности. Припуск на механическую обработку находится в пределах 1—1,2 мм на сторону.

Технические требования к механической обработке поршней характеризуются следующими данными. Головка поршня по наружному диаметру изготавливается по 8—11 квалитетам точности, а юбка — по 6—8 квалитетам с шероховатостью $R_a=1,25$ мкм. По размерам юбки поршни в пределах всего допуска сортируются на 3—4 группы с интервалом размеров внутри группы в пределах 10—20 мкм. Отверстие под поршневой палец изготавливается по 5 квалитету точности (или точнее) с шероховатостью $R_a=1,25—0,63$ мкм. В пределах допуска отверстия предусматривается сортировка поршней на 2—3 группы. Отклонение формы отверстия допускается в пределах поля допуска на группу. Точность ширины поршневых канавок должна соответствовать 8 квалитету. Неперпендикулярность осей поршня и отверстия под палец — в пределах до 0,05 мм на длине 100 мм. Отклонение расстояния от оси отверстия под палец до днища поршня — в пределах $\pm 0,05$ мм (для дизельных двигателей). Обработанные поршни подгоняются по массе с допускаемым отклонением ± 2 г.

При обработке поршня в основном выполняются токарные, расточные и сверлильные работы. Можно выделить следующие этапы изготовления поршня:

- 1) обработка технологических баз: растачивание базового пояса, сверление центрального отверстия в днище поршня, подрезание торца юбки;
- 2) черновое и чистовое обтачивание наружной поверхности;
- 3) черновое и чистовое подрезание днища с оставлением центральной бобышки;
- 4) черновое и чистовое протачивание канавок под поршневые кольца, снятие фасок;
- 5) зенкерование отверстий под поршневой палец, снятие фасок, подрезание торцов бобышек, растачивание канавок под стопорные кольца;
- 6) сверление отверстий для отвода масла;
- 7) фрезерование прорезей на юбке;

8) чистовое и тонкое растачивание отверстий под поршневой палец;

9) тонкое копирное обтачивание юбки поршня;

10) отрезание центральной бобышки;

11) подгонка поршня по массе;

12) лужение (анодирование);

13) сортировка поршней на группы.

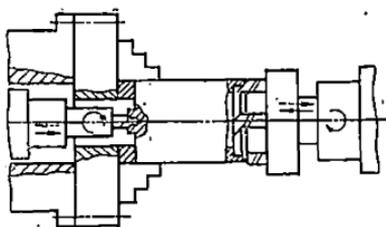


Рис. 68. Обработка технологических баз поршня на двустороннем расточном станке.

Большинство операций механической обработки поршней выполняется с использованием постоянных технологических баз, которыми являются расточенный поясok в нижней части юбки, торец юбки и центровое отверстие на днище поршня. Эти поверхности должны быть обработаны на первой операции.

В обработанных поршнях разностенность ограничивается жесткими допусками, поэтому при обработке постоянных технологических баз у заготовок, отлитых в земляные формы (чугунные поршни), в качестве временной технологической базы принимается внутренняя поверхность поршня. В алюминиевых заготовках, отлитых в металлические формы, соосность внутренней и наружной поверхностей выдерживается с точностью, обеспечивающей возможность использования последней в качестве базы на первой операции. Обработка в этом случае осуществляется на специализированных двусторонних расточных станках с неподвижным закреплением заготовки в трехкулачковом патроне (рис. 68). Особенностью этих станков является наличие вращающегося шпинделя, проходящего через центральное отверстие патрона и используемого для обработки центрального отверстия. Обработка пояска и торца юбки поршня производится вращающейся резцовой головкой.

При обработке поршней на автоматических линиях в качестве постоянных технологических баз используются центровое отверстие на днище, торец юбки и два точных установочных отверстия на нижней поверхности бобышек под поршневой палец. Эти отверстия обеспечивают угловую ориентацию заготовки при обработке отверстия под поршневой палец.

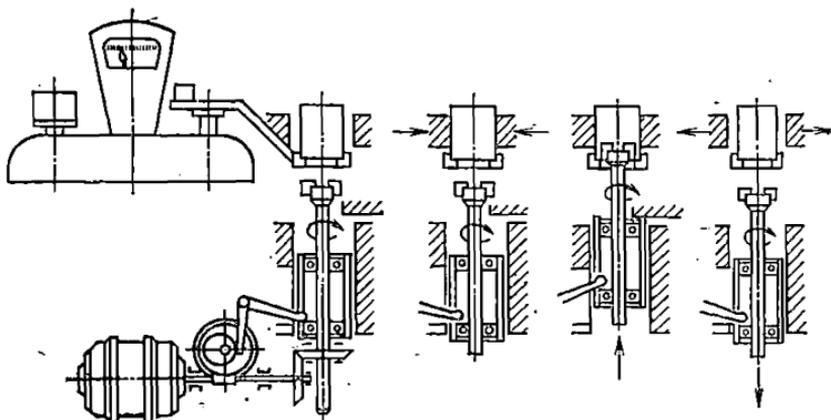


Рис. 69. Принципиальная схема работы полуавтомата для подгонки поршня по массе.

Токарная обработка наружных поверхностей выполняется обычно на шести- и восьмишпиндельных полуавтоматах вертикального (модель 1281) или горизонтального (модель 127) типов. Тонкое обтачивание юбки поршня производится на копировально-токарных станках с использованием алмазного инструмента, обеспечивающего требуемую точность и малую шероховатость поверхности.

Обработка отверстий под палец заключается в зенкероании и последующем чистовом и тонком растачивании. Применяются одно- или двусторонние горизонтально-расточные станки с многоместными приспособлениями барабанного типа. Для поршней автомобильных двигателей дополнительно в качестве финишной операции вводится раскатывание отверстий роликами.

Сверление отверстий и фрезерование прорезей на юбке выполняется на агрегатных станках.

В связи с тем, что внутренняя поверхность поршня не обрабатывается, возможны колебания массы поршня, выходящие за допустимые пределы. Для подгонки поршня по массе применяются специальные полуавтоматические станки с весовым устройством. Подгонка по массе осуществляется путем растачивания пояска или подрезки торца юбки.

На рисунке 69 изображена принципиальная схема работы такого полуавтомата. Поршень, помещенный на весовое устройство, в зависимости от своей массы устанавли-

ливается на определенной высоте и зажимается в таком положении призмами. Расположенный снизу шпиндель с расточной головкой (зенкером) совершает автоматический цикл подъема на постоянную высоту и снимает металл с нижней части юбки. Чем тяжелее поршень, тем ниже он опустится и тем большее количество металла будет снято при подрезании, благодаря чему колебания массы различных поршней ограничиваются малыми пределами. В некоторых случаях подгонка поршня по массе производится путем фрезерования нижней части бобышек по аналогичной схеме.

Помимо приведенных работ, на различных стадиях обработки поршней выполняются межоперационный контроль и моечные операции.

Окончательный контроль изготовленного поршня включает проверку ответственных размеров, перпендикулярности оси отверстия под палец к оси наружной поверхности, смещения оси отверстия поршневого пальца относительно оси наружной поверхности поршня. Контролю подвергаются все 100% поршней. При этом применяются индикаторные, пневматические, электроконтактные измерительные приборы и приспособления.

6.8. Изготовление поршневых колец

Поршневые кольца подразделяются на компрессионные и маслосъемные. В двигателях тракторов на поршень устанавливаются обычно 2—3 компрессионных и 1—2 маслосъемных кольца. В замке кольца предусматривается зазор 0,3—0,8 мм для компенсации теплового расширения.

К кольцам предъявляются следующие требования: они должны прилегать к зеркалу цилиндра с определенным усилием, распределенным по окружности по заданному закону (эпюра давлений), упругость колец не должна изменяться под действием повышенных температур, трущиеся поверхности должны обладать высокой износостойкостью и низким коэффициентом трения.

Поршневые кольца изготавливаются из мелкозернистого серого перлитного чугуна или из легированного чугуна. Применяются также стальные маслосъемные кольца. Верхнее компрессионное кольцо, работающее в наиболее тяжелых условиях, подвергается пористому хромированию с последующим лужением слоем олова толщиной

0,005—0,01 мм. Толщина хромового покрытия 0,1—0,2 мм, глубина пор 0,04—0,06 мм.

С целью получения требуемых механических свойств заготовки колец образуются методом индивидуальной отливки в земляные формы путем стопочной формовки опок. В каждой опоке формуют по 4—6 колец. Число одновременно заливаемых опок доходит до 12—15. Припуск на механическую обработку торцов составляет 0,2—0,3 мм на сторону, по внутренней поверхности — 0,3—0,5 мм, по наружной — 0,8—0,9 мм. Для обеспечения необходимой упругости колец и получения соответствующей эпюры распределения давлений на стенки цилиндра применяется следующий метод изготовления поршневых колец.

Наружная поверхность заготовки обтачивается по копиру, имеющему овальную форму кольца в свободном состоянии, затем в заготовке вырезается расчетный технологический замок заданного размера (порядка 15 мм), после чего в сжатом состоянии кольца производится окончательная обработка его наружной и внутренней цилиндрических поверхностей. При установке такого кольца в сжатом состоянии в гильзу цилиндров обеспечиваются требуемые условия его прижатия к зеркалу цилиндра.

Технические требования к механической обработке поршневых колец сводятся к следующему. Точность обработки по высоте — в пределах 7—8 квалитетов, шероховатость торцов $R_a=1,25$ мкм. Допуск на ширину прорези в замке в сжатом состоянии кольца 0,2—0,3 мм. Непараллельность торцовых поверхностей кольца допускается в пределах допуска на высоту. Радиальная разностенность не более 0,1 мм. Шероховатость внешней боковой поверхности колец $R_a=2,5$ мкм. Технические требования предусматривают проверку кольца на коробление, прилегание к зеркалу цилиндра и на упругость.

Коробление торцовых поверхностей не должно превышать 0,05—0,07 мм. Контроль осуществляется следующим образом. Две плоские полированные плиты устанавливаются параллельно друг другу на расстоянии, равном сумме наибольшей предельной высоты кольца и допуску на коробление. Кольцо под собственным весом должно проваливаться между плитами.

Прилегание кольца к зеркалу цилиндра проверяется путем установки его в отверстие кольцевого калибра

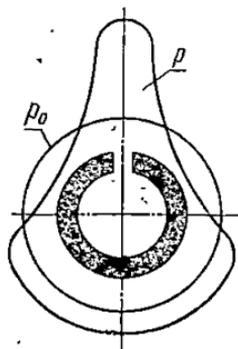


Рис. 70. Эпюра распределения давлений поршневого кольца на гильзу цилиндра.

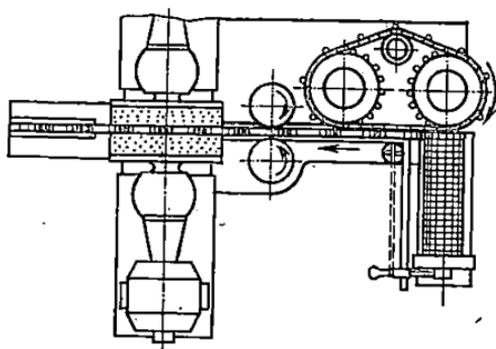


Рис. 71. Схема двустороннего шлифования торцов поршневых колец.

диаметром, равным наибольшему предельному диаметру гильзы. Местный радиальный зазор (просвет) между испытываемым кольцом и калибром не должен превышать 0,02 мм на отдельных участках. Для колец некоторых двигателей просвет при таком контроле не допускается.

Упругость кольца проверяется сжатием его силой, направленной перпендикулярно диаметральной линии, проходящей через замок, до получения в замке зазора, соответствующего зазору кольца в цилиндре. Для тракторных поршневых колец усилие обычно находится в пределах 22—80 Н.

Выборочно, с помощью специального устройства, проверяется распределение радиальных давлений кольца на стенки гильзы.

Технология изготовления кольца должна обеспечить распределение радиальных давлений по окружности кольца в соответствии с задаваемой эпюрой, приближенная форма которой приведена на рисунке 70. На графике изображено распределение по окружности кольца значений удельного давления p и показано значение среднего удельного давления p_0 .

Технологический маршрут обработки компрессионного поршневого кольца содержит следующие операции:

- 1) шлифовальная: черновое шлифование торцов;
- 2) термическая обработка: искусственное старение;
- 3) шлифовальная: получистовое шлифование торцов;

- 4) шлифовальная: чистовое шлифование торцов;
- 5) токарная: черновое обтачивание по копиру;
- 6) фрезерная: вырезание замка;
- 7) фрезерная: калибрование замка;
- 8) токарная: растачивание колец;
- 9) токарная: чистовое обтачивание колец по наружному диаметру;
- 10) фрезерная: окончательное калибрование замка.

Верхнее компрессионное кольцо подвергается также хромированию и лужению.

При изготовлении маслоъемных колец после растачивания дополнительно выполняются операции по протачиванию канавок и фрезерованию маслоотводных прорезей. Поршневые кольца должны быть размагничены.

Шлифование торцов производится на двусторонних шлифовальных автоматах типа А945 непрерывного действия с магазинной загрузкой (рис. 71). Кольцо из магазина подающим механизмом продвигается в рабочую зону между торцами двух шлифовальных кругов, вращающихся в разные стороны. Направление колец в рабочую зону обеспечивается двумя горизонтальными линейками.

Для получистового и чистового шлифования могут применяться станки типа З317 со смещенными шпинделями. В этих станках кольцо направляется двумя боковыми линейками и шлифуется в зоне перекрытия шлифовальных кругов. В процессе шлифования за счет разности окружных скоростей кольцо проворачивается вокруг своей оси.

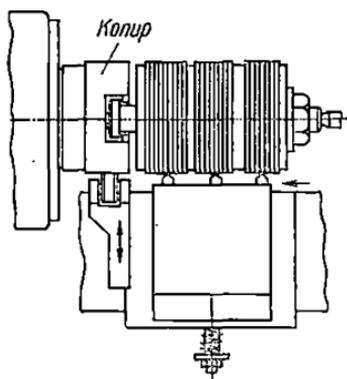


Рис. 72. Схема обтачивания наружной поверхности поршневых колец по копиру.

Для чернового обтачивания 30—50 колец устанавливаются на оправку, зажимаются на ней и обрабатываются одновременно. Угловая ориентация колец на оправке производится по специальным приливам или углублениям в заготовке на внутренней поверхности в месте выреза замка. При обтачивании угловое положение оправки с кольцами должно быть ориентировано по отно-

шению к копиру. Обработка выполняется на специальных многорезцовых токарно-копировальных станках. Принципиальная схема обработки изображена на рисунке 72.

Прямые прорезы замков фрезеруются на горизонтально-фрезерном станке двумя дисковыми фрезами, создающими необходимый размер прореза. Оправки с зажатыми кольцами после копирного обтачивания устанавливаются в требуемом угловом положении на фрезерном станке, и в заготовках вырезаются прорезы замков. Последующая обработка замка содержит двукратное его калибрование в сжатом кольце путем фрезерования тонкой прорезной фрезой. Первая калибровка производится после вырезки замка, окончательная — после завершения всей механической обработки.

Для растачивания кольца устанавливаются в сжатом виде в стакане приспособления,жимаются осевым усилием по торцам и обрабатываются на токарном станке (рис. 73).

Для чистового наружного обтачивания применяются центровые оправки. Партия колец предварительно устанавливается в сжатом состоянии в стакан, затем в него вводится оправка, на которой кольцажимаются осевым усилием, затем оправка с зажатыми кольцами извлекается из стакана и поступает на токарную обработку.

Операций технического контроля выполняются на автоматах с использованием пневматических, световых, электроконтактных и других устройств.

6.9. Изготовление клапанов

Клапаны являются одной из наиболее массовых деталей двигателей. Они имеют сравнительно небольшие размеры и форму тела вращения. На клапане выделяют стержень и тарелку; диаметр стержня клапана тракторных двигателей находится в пределах 9—12 мм, тарел-

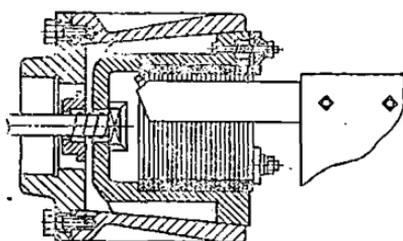


Рис. 73. Схема растачивания внутренней поверхности поршневых колец.

ки — в пределах 40—62 мм. Клапаны подразделяются на впускные и выпускные. Впускные изготавливаются из сталей 40Х, 40ХН, 50ХН, 38ХС. Выпускные бывают цельными и сварными. Цельные клапаны и тарелки сварных клапанов изготавливаются из сталей Х9С2, Х9С2М, 4Х10С2М и других, а стержни сварных клапанов — из сталей, применяемых для впускных клапанов.

Заготовки клапанов образуются горячей высадкой из прутка на горизонтально-ковочных машинах.

К клапанам предъявляются следующие технические требования. Стержень обрабатывается по 6 качеству точности с шероховатостью $R_a=0,32$ мкм, некруглость сечения стержня не должна превышать 0,01 мм. Биение торца стержня на крайних точках — не более 0,015 мм. Биение посадочного пояса клапана относительно поверхности стержня — до 0,02 мм. Непрямолинейность стержня — не более 0,015 мм на длине 100 мм. Торец стержня подвергается поверхностной закалке токами высокой частоты на глубину 1—3 мм до HRC 52—63.

Механическая обработка клапана в основном сводится к обработке цилиндрической поверхности стержня, торца стержня и посадочного пояса тарелки.

При современном массовом производстве для обработки клапанов используются автоматические линии, на которых технологический процесс может несколько отличаться от приведенного выше. В состав автоматических линий входят роторные многошпиндельные токарные автоматы, бесцентрово-шлифовальные, торцешлифовальные и круглошлифовальные автоматы. На этих линиях операционный контроль размеров, подналадка станка, удаление бракованных клапанов производятся автоматически. Окончательному контролю по основным параметрам подлежит 100% клапанов. Эта операция выполняется на специальном контрольном автомате.

6.10. Мойка деталей

В процессе механической обработки деталей применяются различные смазочно-охлаждающие жидкости, в состав которых входят масла. Применяются также смазочно-охлаждающие жидкости, целиком состоящие из масел (сульфофрезол, веретенное масло и др.). В связи с этим на обработанных поверхностях деталей сохраняется масляная пленка, на которой задерживаются

абразивные частицы, содержащиеся в воздухе производственных помещений, и мелкая металлическая стружка. Поверхности, загрязненные посторонними частицами, не могут быть использованы для точной установки деталей при их механической обработке и сборке. Посторонние частицы, попадающие в сопряжения узлов, могут вызвать задиры поверхностей деталей и их ускоренный износ.

Для удаления стружки и абразивных частиц детали подвергаются мойке на отдельных этапах и по завершении механической обработки. Масляная пленка в отличие от смолистых отложений, образуемых на деталях во время эксплуатации, сравнительно легко разжижается моющей жидкостью и смывается. Поэтому в сельскохозяйственном машиностроении не применяют сложных химических моющих средств, используемых для мойки при ремонте.

В процессе мойки масляная пленка разрушается в результате механического, химического и теплового воздействия раствора. В качестве моющих жидкостей широко применяются щелочные растворы (кальцинированной или каустической соды). Для интенсификации процесса мойки добавляют вещества с поверхностно-активными свойствами. Температура моющего раствора обычно находится в пределах 75—90° С. После мойки детали ополаскиваются горячей чистой водой для удаления остатков щелочей и сушатся нагретым воздухом. Мелкие детали можно мыть в ваннах с керосином.

Для мойки деталей используются специальные моечные машины (одно-, двух- и трехкамерные) в основном струйного действия.

Глава 7

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ И ТРАНСМИССИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

③

7.1. Характеристика деталей

В сельскохозяйственных машинах, помимо деталей, применяемых в общем машиностроении — валов, осей зубчатых колес, втулок, используются детали, имеющие

специфическое назначение или конструкцию. К ним относятся детали рабочих органов сельскохозяйственных орудий и некоторые детали трансмиссии.

Особенности конструкций деталей рабочих органов связаны с тем, что каждое орудие выполняет свой вид работы по обработке почвы, посеву семян, уходу за посевами, уборке урожая, обмолоту, сортировке семян, подготовке кормов и т. д. Деталям придают соответствующую конструктивную форму, обеспечивающую выполнение работ с хорошим качеством при высокой производительности. Ряд деталей рабочих органов эксплуатируется в тяжелых условиях воздействия на них переменных нагрузок, ударов, абразивного изнашивания и коррозии, в связи с чем их в некоторых случаях изготавливают из специальных сталей. Детали рабочих органов по общности их конструктивно-технологических признаков можно разделить на следующие группы: 1) зубья и штифты; 2) диски; 3) лемеха, отвалы, полевые доски; 4) лапы культиваторов; 5) сегменты и вкладыши режущих аппаратов; 7) семяпроводы.

Трансмиссия служит для передачи движения от источника движения (двигателя, вала отбора мощности трактора) к рабочему органу или движителю. Некоторые элементы трансмиссии (транспортёры, шнеки) предназначены для перемещения различных материалов (зерна, силосной массы, половы и т. п.), являются опорами (колеса) или имеют вспомогательное значение (пружины).

В трансмиссиях сельскохозяйственных машин и агрегатов можно выделить ряд характерных деталей, из которых наиболее часто применяются следующие: 1) цепи; 2) звездочки; 3) шнеки; 4) коленчатые оси и валы; 5) крестовины; 6) пружины.

7.2. Изготовление зубьев и штифтов

Зубья борон, пружинных граблей, зубья и штифты молотильных аппаратов комбайнов, а также других сельскохозяйственных орудий имеют обычно простую конструкцию (рис. 74) и несложную технологию изготовления. Многие зубья снабжены резьбой для крепления к орудью. Изготавливаются они из стали 45 (зубья молотильных барабанов) или из пружинной проволоки (зубья пружинных граблей). В связи с тем, что зубья и

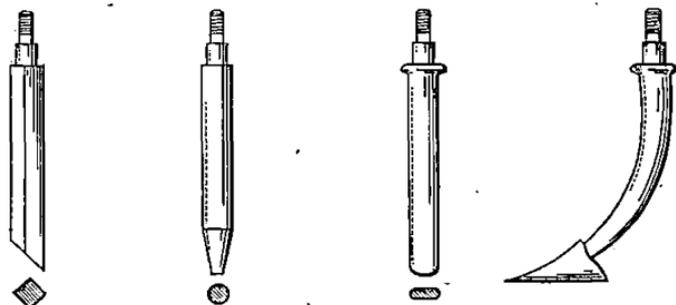


Рис. 74. Типы зубьев борон.

штифты работают в условиях интенсивного изнашивания, они подвергаются термической обработке для повышения износостойкости материала. Так, рабочая часть штифтов молотильных аппаратов закаливается до твердости HRC 49—59.

В зависимости от конструкции зубья изготавливаются с применением горячей штамповки, на молотах и пресах, с использованием холодновысадочных автоматов и токарно-револьверных станков. В массовом производстве действуют автоматические линии.

Штифты молотильных аппаратов изготавливаются горячей штамповкой в закрытых штампах с последующим нарезанием резьбы, зубья борон простой формы — на токарно-револьверном станке из прутка.

7.3. Изготовление дисков

Диски в качестве рабочих органов орудий используются в плугах, луцильниках, сеялках, боронах, картофелесажалках и свеклоуборочных комбайнах.

По конструкции можно выделить плоские, сферические и вырезные диски (рис. 75). Наиболее часто диски изготавливаются из стали 65Г, в некоторых случаях из стали 70Г диаметром от 250 до 800 мм и толщиной от 2,5 до 8 мм. Рабочая зона дисков подвергается термической обработке токами высокой частоты до твердости HRC 35—45. Диски сеялок не закаляются.

После вырубки из листа, гибки (сферические диски) и рихтовки производятся сверление или пробивка отверстий для крепления диска, обтачивание фасок (затачивание) на токарном станке и термическая обработка.

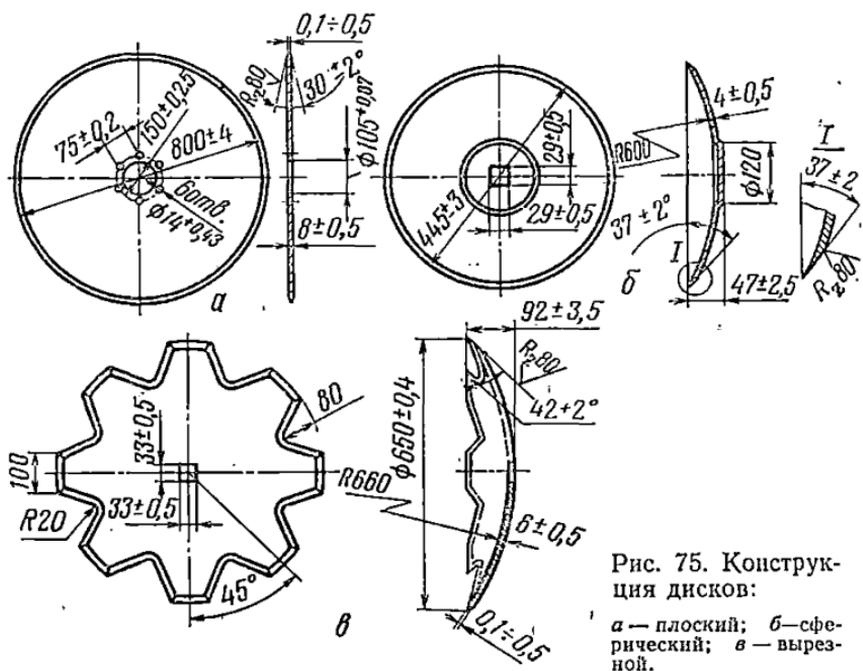


Рис. 75. Конструкция дисков:
 а — плоский; б — сферический; в — вырезной.

При термической обработке необходимо принять меры к уменьшению коробления (путем использования кондукторов и т. п.).

7.4: Изготовление лемехов, отвалов, полевых досок плугов и лап культиваторов

Лемех плуга — одна из наиболее массовых деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин. Он работает в тяжелых условиях абразивного изнашивания, подвергается большим силовым нагрузкам, может испытывать частые удары о камни, находящиеся в почве. В связи с этим лемеха быстро выходят из строя и поэтому расходуются и изготавливаются десятками миллионов штук в год.

Лемех по конструкции представляет собой трапециевидную пластину из специальной износостойкой лемешной стали Л53 или Л65 длиной 250—400 мм с отверстиями под потайные болты. Сталь марки Л65 содержит 0,6% С, 0,5% Мп, 0,28% Si. Со стороны лезвия лемех закаливается на ширину 20—45 мм до твердос-

ти HRC 47—59 путем нагрева до температуры 780—820°С и резкого охлаждения в воде. После закалки производится отпуск при температуре 350°С с последующим охлаждением на воздухе. Твердость в незакаленной зоне не более HRC 33.

Некоторые конструкции лемехов приведены на рисунках 76 и 77. Для повышения износостойкости лемеха на его верхнюю или нижнюю поверхность наносится слой износостойкого сплава сормаита № 1 толщиной 1,7 мм. Ширина наплавленной полосы на прямолинейном участке равна 25—30 мм, а у носка — 55—65 мм. В процессе эксплуатации слой металла на рабочей стороне лемеха изнашивается быстрее, а на тыльной — более износостойкой — медленнее. При этом острота лезвия лемеха сохраняется, и такой лемех называется самозатачивающимся.

Свойством самозатачивания обладают и лемеха из двухслойной стали, у которых верхний слой — мягкая сталь, а нижний тонкий — высоколегированная износостойкая сталь. Срок службы таких лемехов в 2 раза больше, чем у лемехов, наплавленных сормаитом.

Для особых условий работы применяются также другие конструкции лемехов (со сменным носком, усиленный с приваренной щекой и др.).

Технические требования на изготовление лемеха состоят в следующем. Прогиб спинки и лезвия лемеха вогнутостью в сторону рабочей поверхности не допускается. Стрела прогиба выпуклостью в сторону рабочей поверхности

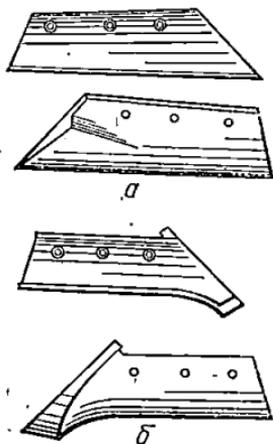


Рис. 76. Лемеха плугов:
а — трапецидальный; б — долотообразный.

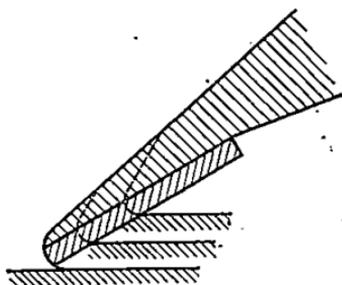


Рис. 77. Лемех с нижней наплавкой сормаита.

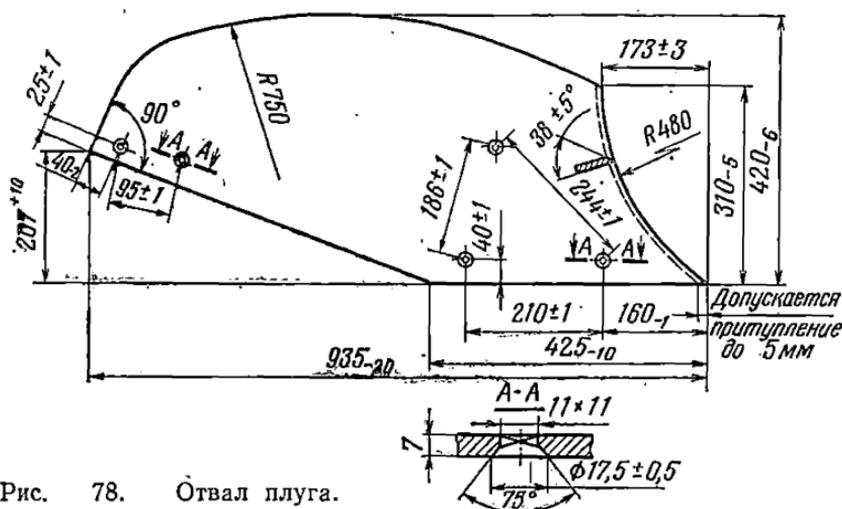


Рис. 78. Отвал плуга.

сти не должна превышать по спинке 2 мм, а на лезвии — 4 мм. На лемехе, наплавленном слоем сормайта, не допускаются трещины. Наплавленный лемех закалке не подвергается. Твердость слоя сормайта должна быть не ниже HRC 46.

Для изготовления лемехов сталь поставляется в виде специальной полосы постоянного и периодического профиля твердостью не более HB 255. Технологический процесс изготовления лемеха включает вырубку заготовки, штамповку, изготовление отверстий, термическую обработку или наплавку сормайтом № 1.

Отвал (рис. 78) работает, как и лемех, в условиях абразивного изнашивания и может испытывать удары камней. Материалом для изготовления отвала служит малоуглеродистая сталь марки Ст. 2 или трехслойная сталь. Отвалы из стали марки Ст. 2 подвергаются цементации на глубину 1,5—2,2 мм с последующей закалкой до твердости HRC 50—62. Выгибка отвала производится перед закалкой, обе операции выполняются за один нагрев. Для этого отвал нагревают до температуры 800—830°С и из печи подают под пресс для гибки. Вынутый отвал, вынутый из штампа, сразу закаливается в проточной воде (для уменьшения коробления отвала рекомендуется погружать его в воду зажатым в кондукторе). Отпуск производится при 200—260°С.

Трехслойная сталь для отвалов имеет твердые поверхностные слои из стали 65Г и мягкий внутренний слой

из стали марки Ст. 2. Толщина каждого слоя составляет около одной трети общей толщины листа. Выгибка и закалка лемехов из трехслойной стали выполняется по описанному выше процессу. Отличие заключается в том, что лемех из трехслойной стали охлаждается при закалке в воде только до температуры 120—150° С, после чего его дальнейшее охлаждение производится на воздухе.

Шероховатость рабочей поверхности отвалов должна соответствовать шероховатости поверхности проката и быть не выше $R_a=2,5$ мкм.

Выгибка лемеха и отвала контролируется шаблоном, соответствующим форме отвально-лемешной поверхности.

Материалом для изготовления заготовки отвала служит листовая сталь. После вырубки по контуру и изготовления отверстий заготовка подвергается цементации, выгибке и термической обработке.

Полевая доска, упираясь в стенку борозды, удерживает корпус плуга от бокового смещения, вызываемого поперечной составляющей давления пласта на рабочую поверхность корпуса. В связи с этим она испытывает большие усилия и интенсивно истирается, особенно у заднего корпуса. Полевые доски изготавливаются из износостойких сталей марок Ст. 5, Ст. 6, Л65, Л53 и подвергаются термической обработке для получения твердости НРС 47—59. Передний нерабочий конец полевой доски (до второго отверстия) может оставаться незакаленным. Глубина закалки должна быть не менее 4 мм. Шероховатость поверхности полевых досок должна быть не выше $R_z=40$ мкм, что позволяет применять прокат без механической обработки.

Заготовкой служит полоса, которая разрезается (рубится) на отрезки требуемой длины, затем в них изготавливаются отверстия, после чего производится термическая обработка.

Лапы культиваторов имеют различную конструкцию (рис. 79). Материал лап — сталь 65Г и 70Г. Для некоторых рыхлительных лап допускается применение стали марки Ст. 6. Детали подвергаются местной закалке токами высокой частоты до твердости НРС 38—52.

Лапы изготавливаются штамповкой из листового материала. В зависимости от конструкции лапы последу-

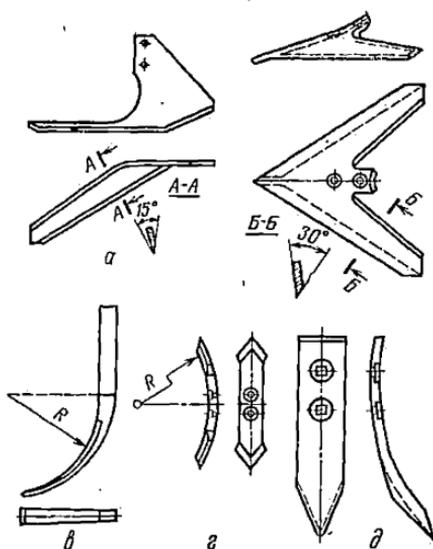


Рис. 79. Лапы культиваторов:

a — полольные односторонние; *б* — полольные стрелчатые; *в* — рыхлительные долотообразные; *г* — рыхлительные оборотные; *д* — рыхлительные копьевидные.

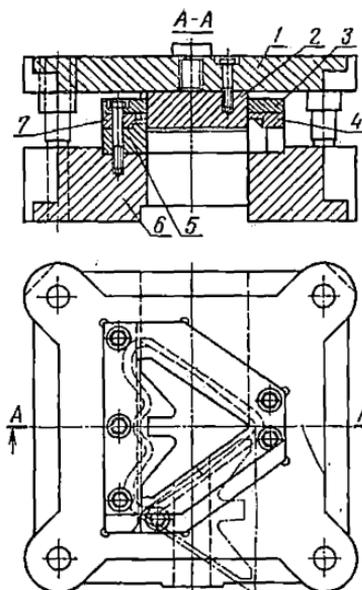


Рис. 80. Штамп для вырубki стрелчатой лапы культиватора:

1 — верхняя плита; *2* — пуансон; *3* — съемник; *4* и *7* — направляющие планки; *5* — матрица; *6* — нижняя плита.

ющие операции могут включать гибку, сверление и зенкование отверстий, термическую обработку и заточку лезвий.

На рисунке 80 показан штамп для вырубki стрелчатой лапы культиватора. Для экономного расходования материала используется заготовка в виде параллелограмма. После вырубki одной детали заготовка подается в штамп другим концом для вырубki второй детали. В верхней плите *1* крепится пуансон *2*, проходящий через жесткий съемник *3*. Вырубка производится с помощью матрицы *5*, закрепленной на нижней плите *6*. Направление заготовки производится направляющими планками *4* и *7*. Применяются и другие, более сложные штампы повышенной производительности.

7.5. Изготовление сегментов и вкладышей режущих аппаратов

Сегменты и вкладыши режущих аппаратов косилок, жаток и комбайнов, служащие для срезания растений, должны иметь острые и твердые режущие кромки. В режущих аппаратах используются гладкие сегменты, работающие в паре с вкладышами, имеющими насечку и, наоборот, сегменты с насечкой, работающие в паре с гладкими вкладышами.

Сегменты и вкладыши изготавливаются из углеродистой инструментальной стали У9, поставляемой в виде горяче- или холоднокатаного листа толщиной 2 мм (для сегментов) и 3 мм (для вкладышей).

Сегменты и вкладыши подвергаются местной закалке токами высокой частоты по лезвию с нагревом до $860-900^{\circ}\text{C}$ (охлаждение в масле) и отпуску с нагревом в индукторе при $200-260^{\circ}\text{C}$. Термическая обработка производится на автоматических линиях. После термической обработки твердость зоны закалилки HRC 50—60 (не должна подходить к краям отверстий ближе чем на 3 мм). Твердость в незакаленной зоне (ограни-

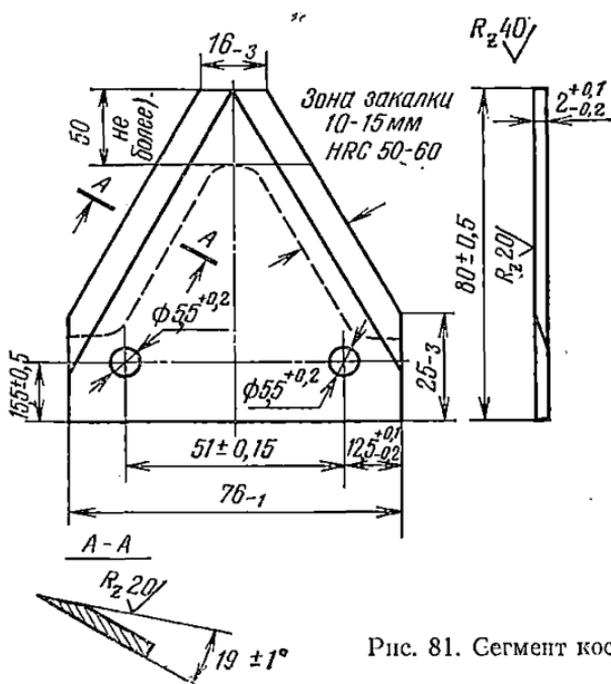


Рис. 81. Сегмент косилки.

чена пунктирной линией на рисунке 81) не должна превышать HRC 35.

Износостойкость сегментов и вкладышей возрастает с увеличением твердости, однако повышение твердости сверх HRC 60 увеличивает хрупкость материала и вызывает выкрашивание режущей кромки. Для получения требуемой твердости лезвия сегмента и вкладыша при термической обработке с их нижней плоскости необходимо снять обезуглероженный слой металла, образующийся при прокатке и достигающий глубины 0,1—0,15 мм. Холоднокатаная сталь имеет значительно меньший обезуглероженный слой и поверхность лучшего качества по сравнению с горячекатаной, поэтому ее применение предпочтительно.

Изготовление сегмента без насечки состоит из следующих этапов:

- 1) нарезание полос из листов;
- 2) вырубка сегментов и пробивание отверстий;
- 3) правка;
- 4) шлифование нижней плоскости;
- 5) затачивание лезвия (скоса);
- 6) термическая обработка (закалка токами высокой частоты);
- 7) промывка от масляного пригара;
- 8) отпуск.

При изготовлении сегмента с насечкой после вырубки и пробивки отверстий производится фрезерование скоса лезвия с одновременным нанесением насечки. Операция выполняется с использованием цилиндрической резьбовой фрезы.

Листы разрезаются на полосы с помощью гильотинных ножниц. На штампе вырубается сегменты и про-

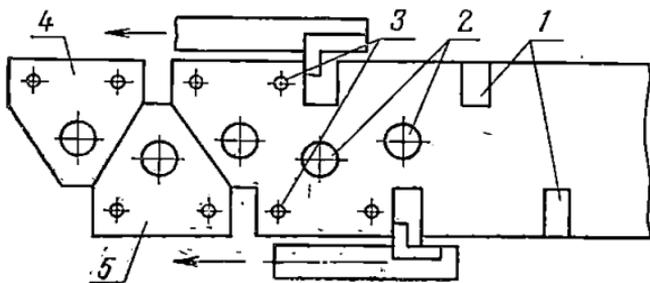


Рис. 82. Схема изготовления сегментов из полосы.

бываются отверстия. На рисунке 82 показана схема разделения полосы на сегменты при их вырубке, обеспечивающая минимальные потери металла. За один рабочий ход пресса вырубается два сегмента, снабженных отверстиями под заклепки и клеймом завода-изготовителя. На первой позиции вырубается два паза 1, на второй — пробиваются два отверстия 3 и ставятся клейма 2 завода, на третьей — от полосы отсекаются два сегмента 4 и 5. Перемещение полосы в штампе и подача ее в штампе автоматизированы. После вырубке сегменты проходят правку в вафельных штампах (рис. 83). В таком штампе пуансон и матрица имеют правильно чередующиеся выступы и впадины (в шахматном порядке), причем выступы на пуансоне попадают во впадины матрицы. Заготовка на таком штампе как бы многократно перегибается, обеспечивая создание плоской поверхности.



Рис. 83. Схема действия вафельного штампа для правки сегментов.

Перед термической обработкой сегментов производятся шлифование нижней плоскости (снимается обезуглероженный слой) и заточка лезвия. Эти операции выполняют на специальных плоско-шлифовальных станках с вращающимся столом. Шлифование производится торцом круга.

Для улучшения условий удаления стружки и подачи охлаждающей жидкости в зону шлифования искусственно сокращается зона соприкосновения круга с деталью путем наклона шлифовальной бабки. При шлифовании нижней плоскости сегмента ось шлифовальной бабки должна быть наклонена так, чтобы по ходу стола плоскость круга образовала подъем 0,2—0,4 мм на диаметр круга, а при заточке скосов — 0,7 мм. Сегменты автоматически укладываются из магазина в плоскость гнезда.

При шлифовании и заточке заготовки сегментов удерживаются стенками гнезда и торцом шлифовального круга. После завершения обработки сегменты из гнезд стола удаляются автоматически постоянными магнитами.

Процессы изготовления вкладышей и сегментов аналогичны. В связи с тем, что вкладыши прикрепляются к пальцам и башмакам заклепками с потайной головкой, отверстия во вкладышах после пробивки зенкуются на автоматизированных сверлильных станках, включенных в автоматическую линию.

7.6. Изготовление семяпроводов

Семяпроводы (рис. 84) изготавливаются из стали, резины и пластмасс. Спиральные семяпроводы навивают из холоднокатаной ленты толщиной 0,6 и шириной 36 мм. По химическому составу сталь соответствует маркам 08 или 10. Семяпроводы под нагрузкой 40 Н после трехкратного предварительного нагружения не должны иметь остаточной деформации.

Навивка семяпровода производится прокаткой между коническими консольными валиками на специальных станках. На рисунке 85 изображена принципиальная схема навивки спирального семяпровода из ленты.

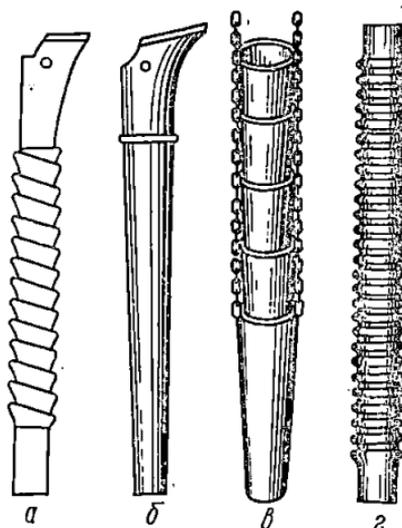


Рис. 84. Семяпроводы:

а — спирально-ленточный; б — резиновый; в — воронкообразный; г — гофрированный.

Лента из бунта подается, как показано стрелкой, между коническими валиками 1, где она, деформируясь, приобретает трапецеидальное сечение с толщиной по краям 0,6 и 0,45 мм. В связи с меньшей толщиной одной из сторон длина ленты с этой стороны увеличивается и она завивается в спираль с коническими

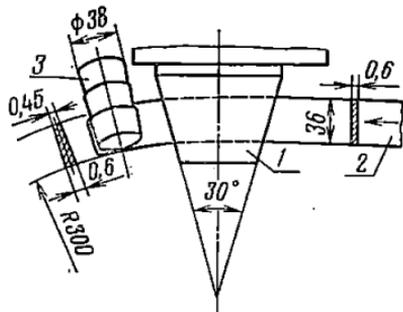


Рис. 85. Принципиальная схема навивки спирального семяпровода из ленты:

1 — конический консольный валик; 2 — лента; 3 — семяпровод.

кольцами. Для получения требуемого диаметра семяпровода лента с помощью конических валиков подается в конусный шаблон-улитку станка, где завершается процесс навивки. Специальный боек станка отрубает семяпроводы требуемой длины.

Воронкообразный семяпровод собирается из отдельных, предварительно изготавливаемых воронок, соединяемых с помощью цепочек.

7.7. Изготовление звеньев цепей

В сельскохозяйственных машинах применяются крючковые (литые и штампованные), комбинированные и втулочно-роликовые цепи (рис. 86). Они используются для передачи движения между валами при большом расстоянии между ними и как элемент транспортеров.

Крючковые штампованные цепи применяются при средних нагрузках и скоростях. Штамповка обеспечивает высокую точность изготовления звеньев цепи. Цепи изготавливаются из стали 30Г, поставляемой в виде холоднокатаной ленты толщиной 3 и 2,6 мм. По условиям технологии штамповки сталь для цепей в исходном состоянии должна обладать очень высокой пластичностью и вместе с тем хорошей закаливаемостью для обеспечения прочности и износостойкости. Звенья це-

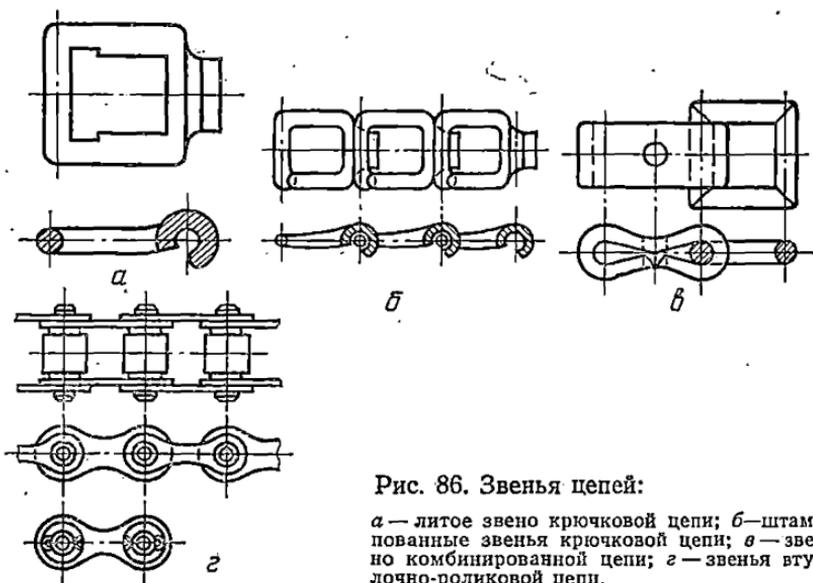


Рис. 86. Звенья цепей:

а — литое звено крючковой цепи; *б* — штампованные звенья крючковой цепи; *в* — звено комбинированной цепи; *г* — звенья втулочно-роликовой цепи.

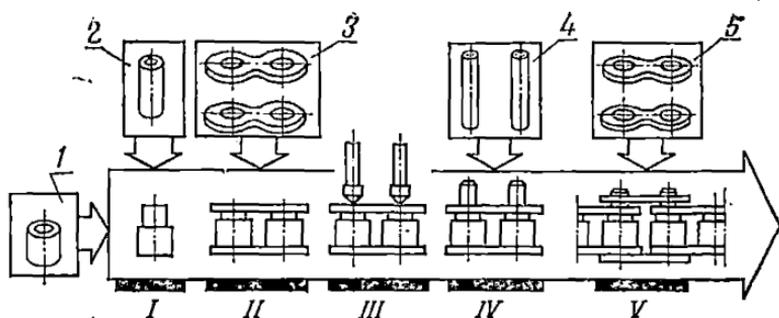


Рис. 87. Последовательность выполнения операций на автоматической линии сборки втулочно-роликовых цепей.

пей работают в условиях пульсирующей нагрузки, поэтому их материал должен иметь высокий предел выносливости. Звенья подвергаются термической обработке путем закалки стали с нагревом до $850\text{--}880^\circ\text{C}$. Твердость звеньев цепи должна находиться в пределах HRC 33—45. Разрывающее усилие цепи с шагом 38 и 41,3 мм должно быть не ниже 9000 Н, а цепи с шагом 30 мм — не менее 6000 Н. Крючковая штампованная цепь изготавливается без отходов из холоднокатаной ленты сечением 36×3 мм.

Литые звенья крючковой цепи изготавливаются из ковкого чугуна.

Втулочно-роликовые цепи стандартизованы и широко применяются в народном хозяйстве. Они выпускаются многими миллионами метров в год, поэтому изготовление деталей и сборка цепей производится на автоматических станках и линиях. Материалами для деталей цепей сельскохозяйственных машин служат: для пластин — холоднокатаная лента из сталей 45, 50, 40X, для осей, втулок и роликов — цементируемые стали 15, 20, 15X, 20X и другие с закалкой до HRC 50—65. Изготовление пластин с двумя отверстиями производится штамповкой на вырубных штампах. Оси, втулки и ролики обрабатываются на токарных многошпиндельных автоматах и бесцентрово-шлифовальных станках. Сборка втулочно-роликовых цепей автоматизирована.

На рисунке 87 показана последовательность выполнения операций на автоматической линии сборки втулочно-роликовых цепей. Технологический процесс сборки состоит из пяти операций: I — вкладывание втулки 2 в ролик 1; II — сборка катушки (запрессовка втулок

во внутренние пластины 3); III — развальцовка катушки; IV — вкладывание осей 4 в катушки; V — сборка цепи (запрессовка осей в наружные пластины 5). Для выполнения различных операций при сборке деталей, обеспечения их взаимного расположения и закрепления дополнительно применяются специальные автоматические действующие механизмы.

7.8. Изготовление звездочек

Звездочки цепных передач для сельскохозяйственных машин в зависимости от условий их работы изготавливаются из серых чугунов СЧ15—32, СЧ18—36, СЧ21—40, среднеуглеродистых и легированных сталей 40, 45, 40Х, 35Л, 35ХГСА и др.

Чугунные звездочки используются при малых окружных скоростях и небольших передаваемых нагрузках, стальные — при высоких скоростях и больших нагрузках. Пластмассовые материалы (капрон, полиуретан) используются только для изготовления натяжных звездочек, не передающих крутящего момента.

Для повышения износостойкости зубьев в условиях интенсивного абразивного изнашивания звездочки подвергаются термической обработке. После закалки и отпуска звездочки из серого чугуна должны иметь твердость зубчатого венца НВ 320—430. Зубчатый венец стальной звездочки закаливается токами высокой частоты на глубину 2—3 мм до твердости HRC 35—50.

Технология изготовления звездочки зависит от материала и предъявляемых к детали технических требований. Звездочки из чугуна обычно отливаются с готовыми зубьями, и обработке подвергаются только отверстие в ступице и торцы ступицы. У стальных звездочек зубья фрезеруются или накатываются. Горячее накатывание зубьев звездочек находит все более широкое применение. Когда звездочка изготавливается из стального листа толщиной до 6 мм, то вся она, включая зубья, может быть вырублена из листа методом холодной штамповки. Шпоночная канавка в ступице обрабатывается протягиванием шлифовой протяжкой. Крепежные и стопорные отверстия сверлятся на вертикально-сверлильном станке, после чего, если требуется, нарезается резьба метчиком.

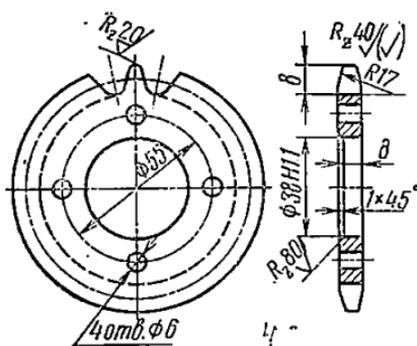


Рис. 88. Звездочка из листовой стали.

Зубья звездочки можно нарезать по принципу копирования профиля инструмента (дисковой фасонной фрезы) или по принципу обкатки с помощью червячной фрезы, профиль которой рассчитывается в каждом отдельном случае.

На торцах ступиц звездочек иногда конструкцией предусматриваются кулачки — прямые или со скосом (храповые), поверхности которых обычно получают

обычно получаются отливкой и не обрабатываются.

На рисунке 88 показана звездочка из листовой стали 40. Обработка этой звездочки может выполняться в такой последовательности. После вырубки по наружному и внутреннему контуру растачивается отверстие диаметром $\phi 38H11$ и снимается фаска. Затем производятся (с установкой заготовки на оправке) обтачивание по наружному диаметру зубчатого венца и обработка радиусных скосов с двух сторон. После сверления четырех отверстий фрезеруются зубья и производится термическая обработка венца (закалка токами высокой частоты) до твердости HRC 40—50 на глубину не менее 2,5 мм.

7.9. Изготовление шнеков

Шнек сельскохозяйственной машины, предназначенный для перемещения сыпучих материалов или скошенной массы, состоит из двух основных частей — вала и спирали. В жатках зерновых комбайнов роль вала выполняет труба, а шнек имеет две спирали (с правой и левой навивкой) для подачи скошенных стеблей в середину жатки к наклонному транспортеру. Спираль и вал изготавливаются отдельно, после чего они соединяются сваркой. Заготовкой для валов и труб служит обычно прокат из стали марки Ст. 3.

В крупносерийном и массовом производствах спирали изготавливаются методом горячей прокатки ленты

между двумя коническими валками. В единичном и мелкосерийном производствах спираль на шнеке образуется путем приварки к валу отдельных секторов. На рисунке 89 показано устройство для горячей прокатки спиралей шнека. Лента, нагретая до температуры 940—960° С,

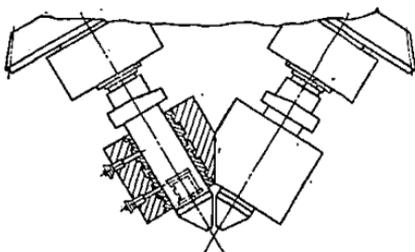


Рис. 89. Устройство для прокатки спирали шнека.

пропускается между коническими валками и свивается в спираль (одна сторона ее становится тоньше и длиннее другой), а затем рубится на отрезки требуемой длины. Полученная спиральная лента надевается на вал шнека и приваривается одним концом. Затем на заданном расстоянии приваривается другой конец спирали. После правки спирали с целью получения равномерного шага винтовой линии ее приваривают к валу прерывистым швом по всей длине. Применяется также автоматическая сварка сплошным швом. Концы ленты для надежного крепления привариваются с обеих сторон спирали. После приварки ленты валы шнека правятся.

На рисунке 90 изображен колосовой шнек самоходного комбайна. Вал шнека длиной 1717 мм имеет диаметр 28 мм. Спираль с наружным диаметром 148 мм имеет шаг 150 мм. Спираль к валу приваривается прерывистым швом. К готовому шнеку предъявляются следующие технические требования. Радиальное биение спирали по наружному диаметру не должно выходить за пределы допуска на диаметр 148 мм. Радиальное биение концов вала относительно опор А допускается не более 0,5 мм.

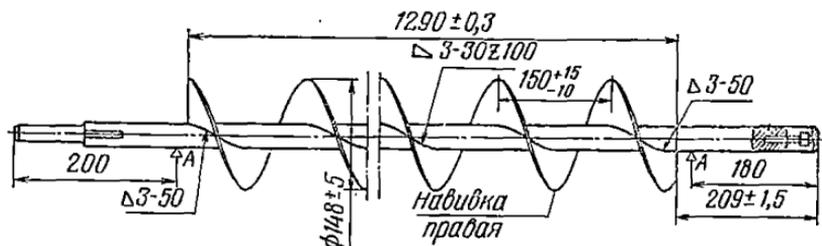


Рис. 90. Колосовой шнек самоходного комбайна.

7.10. Изготовление коленчатых осей и валов

Коленчатые оси и валы сельскохозяйственных машин по конструктивно-технологическим признакам можно разделить на два типа: оси и валы, изготавливаемые из круглого проката путем гибки, и оси и валы, изготавливаемые горячей штамповкой. Первые имеют щеки круглого сечения, и диаметр их равен диаметру коренных и шатунных шеек. Вторые имеют щеки некруглого сечения, образуемые при штамповке. Коленчатые оси и валы, как правило, имеют малую жесткость в связи с большим отношением длины к диаметру (достигающим 30 и более) и большим радиусом кривошипа. Так, при диаметре вала 30 мм радиус кривошипа может достигать 110 мм и более. Нежесткая конструкция осей и валов создает затруднения при их механической обработке. Оси и валы изготавливаются из сталей 30, 35, 40, 45 и др. Шейки под подшипники скольжения выполняются по 8—11 квалитетам точности с шероховатостью $R_z = 20—10$ мкм. Для установки шарикоподшипников шейки обрабатываются по 6 квалитету точности с шероховатостью $R_a = 2,5—1,25$ мкм. Участки шеек под деревянные подшипники и резиновые уплотнения полируются до получения шероховатости $R_a = 1,25—0,63$ мкм.

Оси и валы первого типа — со щеками круглого сечения (рис. 91) изготавливаются из круглой калиброванной стали 9—11 квалитетов при помощи гибки. Перед гибкой заготовка требуемой длины (рис. 92) подвергается на отдельных участках механической обработке. Снимаются фаски на торцах, фрезеруются шпоночные пазы и лыски и полируются шейки. Затем подготовленная заготовка подвергается точной гибке на специальной установке с местным нагревом токами высокой частоты. Дальнейшая механическая обработка оси не требуется. На некоторых осях и валах этого типа для ограничения длины шеек устанавливаются шайбы, которые перед гибкой насаживаются на ось (вал) и по окончании гибки привариваются к нему. Для контроля соосности концов оси (вала) и коренных шеек производится проверка биения оси (вала) путем установки ее на контрольные призмы в местах, отмеченных на чертеже. Допускается биение на концах оси (вала) не более 0,5 мм.

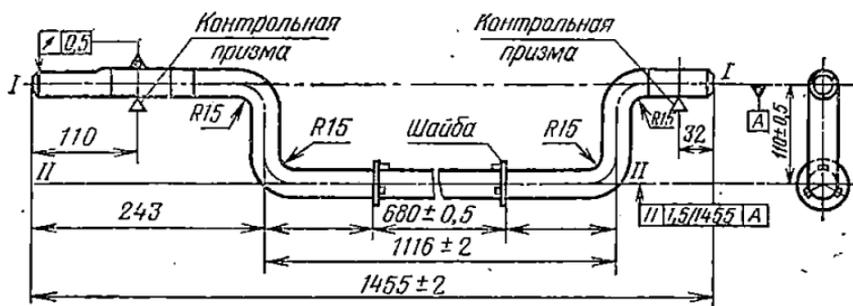


Рис. 91. Гнутая коленчатая ось.

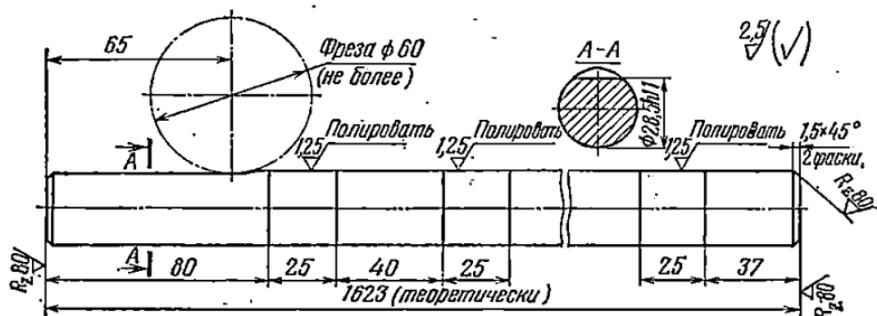


Рис. 92. Заготовка коленчатой оси, подготовленная к шлифке.

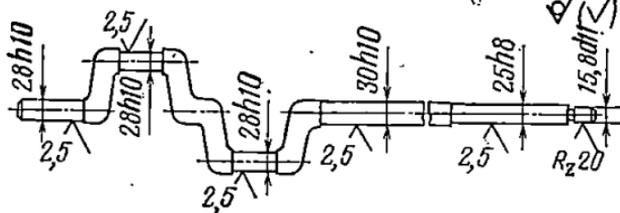


Рис. 93. Штампованный коленчатый вал.

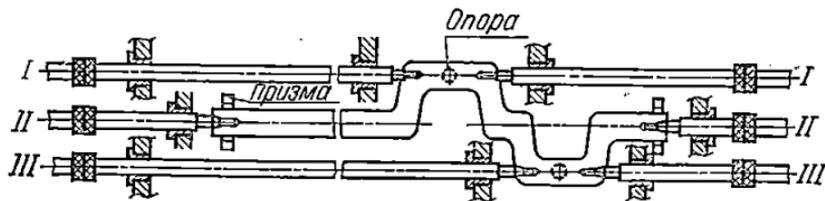


Рис. 94. Зацентровка коленчатого вала (I—I, II—II, III—III—оси центров).

Оси и валы второго типа (с некруглыми щеками, рис. 93) после штамповки подвергаются механической обработке. Вначале фрезеруются торцы вала и сверлятся центровые отверстия для обработки шеек. Затем обтачиваются коренные и шатунные шейки, фрезеруются шпоночные пазы. Коренные и шатунные шейки окончательно шлифуются или полируются. Шейки валов, требующие термической обработки, закаливаются перед шлифованием. В связи с малой жесткостью валов применяются методы и приспособления, обеспечивающие малый прогиб обрабатываемой заготовки. На рисунке 94 изображена схема зацентровки коленчатого вала. Расположение центров на щеках шейки обеспечивает малую деформацию обрабатываемого участка.

7.11. Изготовление крестовин

Крестовины — характерные детали карданных (шарнирных) соединений, применяемых в автомобилях и сельскохозяйственных машинах. Крестовина представляет собой стальную деталь сравнительно небольших размеров с четырьмя точно обработанными цапфами,

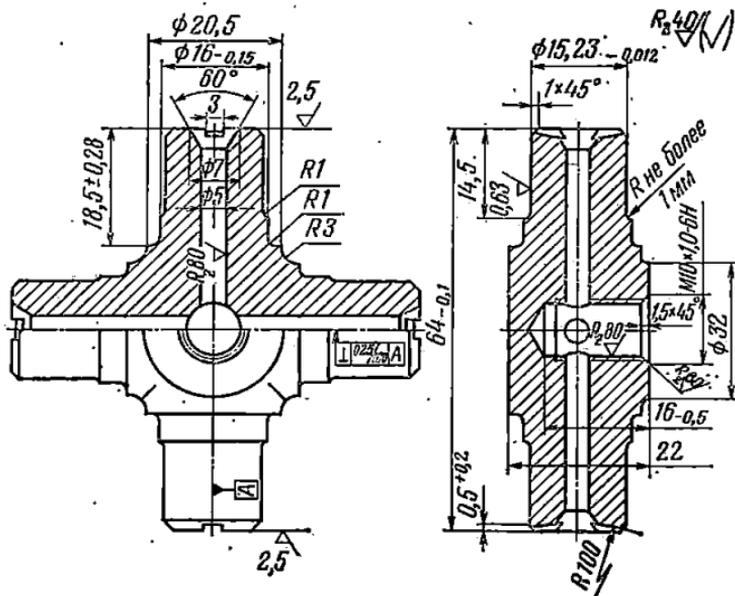


Рис. 95. Крестовина кардана косилки.

расположенными попарно на двух взаимно перпендикулярных осях.

Заготовкой служит штамповка из сталей 20Х, 12ХНЗА и 18ХГТ. Деталь подвергается цементации на глубину 0,8—1,5 мм с закалкой и отпуском до твердости HRC 58—65. К готовой детали предъявляются жесткие требования в отношении точности и взаимного расположения поверхностей цапф. Диаметры цапф изготавливаются по 6 квалитету точности с шероховатостью $R_a = 0,63$ мкм. Отклонение формы допускается в пределах допуска. Несоосность цапф не более 0,05 мм. Оси соседних цапф должны быть взаимно перпендикулярны. Допускается отклонение не более 0,25 мм на 100 мм. Оси должны лежать в одной плоскости с отклонением не более 0,15 мм.

В крупносерийном и массовом производствах при обработке крестовин применяются высокопроизводительные специальные станки: токарные, протяжные, бесцентрово-шлифовальные, сверлильные. Во многих случаях обработка ведется на автоматических линиях:

На рисунке 95 показана крестовина кардана косилки. Крестовина из стали 20Х имеет сквозные смазочные отверстия диаметром 5 мм. При механической обработке крестовины может быть использована следующая схема технологического процесса. На первой операции производится черновое обтачивание всех четырех цапф. Обработка ведется на четырехшпиндельном агрегатном станке методом вращения резца вокруг неподвижной цапфы (рис. 96). Заготовка закрепляется неподвижно с помощью пневматического приспособления.

На второй операции производится протягивание двух торцов одновременно. После протягивания первой пары торцов стол автоматически поворачивается и протягивается другая пара торцов.

Третья операция — черновое шлифование четырех цапф — производится на бесцентрово-шлифоваль-

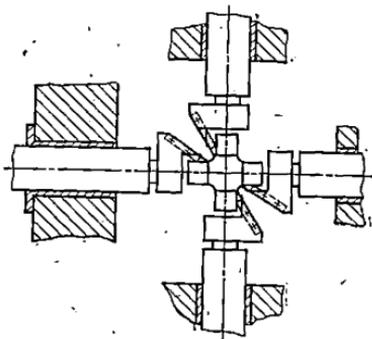


Рис. 96. Наладка агрегатного станка для обтачивания цапф крестовины.

ном станке. Цапфы шлифуются попарно методом врезания шлифовального круга.

На четвертой операции на одной паре цапф выполняются следующие технологические переходы: зацентровка, сверление смазочных каналов, сверление отверстия под резьбу и снятие наружных фасок. Применяется специальный многошпиндельный агрегатный станок. Обработка производится при неподвижно закрепленной заготовке.

На пятой операции выполняются те же технологические переходы на другой паре цапф.

Шестая операция — окончательное протягивание торцов с изготовлением канавок. После мойки и очистки крестовины подвергаются термической обработке.

Последующие операции — получистовое и чистовое шлифование цапф на бесцентрово-шлифовальных станках.

7.12. Изготовление пружин и рессор

В тракторах и сельскохозяйственных машинах широко применяются цилиндрические винтовые пружины сжатия и растяжения из проволоки круглого сечения (рис. 97). Обычно пружины изготавливаются из проволоки диаметром от 1,5 до 10 мм. По точности изготовления пружины делятся на три группы. К первой группе относятся пружины с допускаемыми отклонениями по силам и упругим перемещениям $\pm 5\%$, ко второй группе $\pm 10\%$ и к третьей группе $\pm 20\%$. В сельскохозяйственных машинах, как правило, применяются пружины 3 группы точности. Пружины клапанов двигателей, регуляторов топливных насосов, перепускных клапанов гидросистем тракторов изготавливаются по 1—2 группам точности.

Пружины сжатия навиваются открытой навивкой с шагом, обеспечивающим просвет между витками на 10—20% больше расчетных осевых упругих переме-

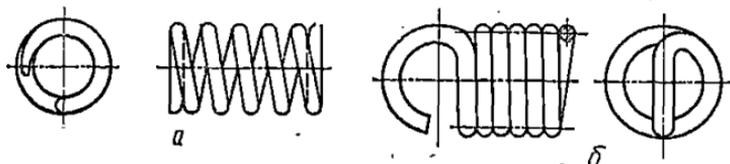


Рис. 97. Типы пружин:
а — сжатия; б — растяжения.

щений каждого витка. Расчетное осевое упругое перемещение витка определяется при максимальной рабочей нагрузке. Концевые витки поджимаются к соседним виткам, а торцевые поверхности пружины шлифуются перпендикулярно ее оси. Этим достигается передача нагрузки на пружину вдоль ее оси.

Пружины растяжения снабжаются прицепами для передачи усилия на пружины. Часто прицепы выполняются в виде отогнутых витков. Пружины растяжения навиваются закрытой навивкой таким образом, чтобы было обеспечено начальное натяжение (давление между витками). Это натяжение выбирается равным $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ от предельной силы, при которой испытывается пружина.

Во избежание искривления оси пружины сжатия под нагрузкой (потеря продольной устойчивости) длина пружины обычно не превышает 4—6 наружных диаметров. Длина пружины растяжения конструктивно не ограничивается.

Пружины изготавливаются из высокоуглеродистых сталей 65 и 70 и легированных сталей 65Г, 60С2А, 50ХФА и др. Холоднотянутые углеродистые стали 65 и 70 обладают в состоянии поставки механическими свойствами, позволяющими применять их без закалки (твердость НВ 255—285). После изготовления пружины из этих сталей подвергаются только отпуску для снятия напряжений, возникающих в процессе волочения и навивки в холодном состоянии. Пружины, изготовленные из горячекатаных и отожженных сталей, подвергаются закалке и отпуску до твердости НРС 40—50.

Углеродистая пружинная проволока выпускается диаметром до 8 мм трех основных классов: нормальной прочности (III), повышенной прочности (II) и высокой прочности (I).

Технологический процесс изготовления пружин сжатия включает следующие основные работы: навивка, обрубка в размер, поджатие концевых витков, термическая обработка, шлифование торцов пружины, заневоливание, контроль и испытание. При изготовлении пружин растяжения выполняются: навивка, обрубка в размер, отгибка крайних витков для образования зацепов, термическая обработка, контроль и испытание.

Изготовление пружин из проволоки диаметром до 8 мм обычно производится холодной навивкой, из проволоки большего диаметра — горячей навивкой. Для

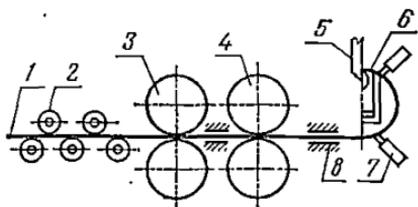


Рис. 98. Схема действия автомата для безправочной навивки пружин:

1 — проволока; 2 — правильные ролики; 3 и 4 — транспортирующие ролики; 5 — нож; 6 — упор; 7 — пальцы; 8 — направляющие.

навивки применяются оправки, диаметр которых при холодной навивке несколько меньше внутреннего диаметра пружины с учетом упругих деформаций витков пружины, а при горячей навивке равен внутреннему диаметру пружины. Температура нагрева проволоки при горячей навивке в зависимости от диаметра пружины выби-

рается от 800 до 1000° С. В массовом производстве холодная навивка пружин ведется на автоматах.

Пружины из проволоки диаметром до 4 мм на автоматах можно изготовлять безправочным методом. На рисунке 98 показана схема действия такого автомата. Проволока, проходя через правильные и транспортирующие ролики, подается на пальцы 7, которые изгибают ее в спираль, так что образуется пружина требуемого диаметра. Пружина требуемой длины отсекается ножом 5 на упоре 6. Все действия по сматыванию проволоки с бухты и подачи ее в станок, навивке пружины, фиксированию заданного шага пружины, прекращению подачи проволоки и отделению заготовки совершаются автоматически.

В серийном производстве пружины навиваются на токарных станках с использованием цилиндрических оправок. Конец навиваемой проволоки закрепляется на оправке, установленной в центрах или зажатой в патроне. Станок настраивается на требуемый технологический шаг навивки. При навивке для создания требуемого натяжения проволока проходит между двумя колодками (деревянными), закрепленными в резцедержателе. Необходимая сила прижатия колодок к проволоке создается с помощью прижимных болтов резцедержателя.

Если оборудование не позволяет навивать пружины с требуемым шагом, то после навивки они разводятся по шагу. Пружины, навитые холодным способом, разводятся в холодном состоянии, а пружины, навитые горячим способом, — при температуре 700—850° С вза-

висимости от диаметра проволоки.

Концевые витки пружины сжатия должны быть поджаты так, чтобы на длине $\frac{3}{4}$ —1 витка они почти соприкасались с со-

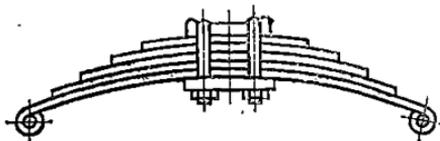


Рис. 99. Рессора.

седними рабочими витками. После шлифования торца толщина свободного конца витка обычно должна составлять около $\frac{1}{4}$ диаметра проволоки. В мощных пружинах для облегчения операции шлифования торцов концы проволоки предварительно оттягиваются в горячем виде. При навивке на токарном станке поджатые витки образуются после выключения продольной подачи суппорта.

Пружины, полученные холодным способом из предварительно подготовленного материала (углеродистые холоднотянутые стали), после навивки подвергаются только отпуску в масляных или соляных ваннах при температуре 250 — 320°C в течение 15 — 30 мин в зависимости от диаметра проволоки. Пружины, навитые горячим способом или навитые холодным способом из отожженного материала, подвергаются термической обработке, которая подразделяется на предварительную (нормализация или отпуск) и окончательную (закалка с последующим отпуском). Так, пружины из проволоки 60С2А при предварительной термической обработке нагреваются до температуры 850 — 860°C в течение 20 — 40 мин и охлаждаются на воздухе. При окончательной термической обработке пружины закаливаются в масле с предварительным нагревом до температуры 850 — 870°C и выдержкой 20 — 50 мин. После закалки производится отпуск в течение 30 — 60 мин с нагревом до температуры 400 — 425°C . Твердость такой пружины после термической обработки должна составлять HRC 40 — 49 .

В массовом и крупносерийном производствах торцы пружин небольших размеров шлифуют на плоскошлифовальных станках торцом круга. Применяются также специальные станки для шлифования обоих торцов пружины одновременно.

Пружины сжатия статического и ограниченно-кратного действия подвергают заневоливанию, заключающемуся в пластическом деформировании материала. В результате заневоливания наружные волокна прово-

лѳки приобретают остаточные деформации. При заневолливании пружина сжимается (обычно до соприкоснове-ния витков) для создания напряжений выше предела упругости и выдерживается в таком состоянии в тече-ние 1—2 сут. Для предохранения от коррозии на пру-жину наносят защитные покрытия.

Контроль пружины заключается в проверке наруж-ного и внутреннего диаметров, свободной длины пру-жины и отклонения ее оси от торцовой плоскости (у пружин сжатия) или от плоскости симметрии прицепов (у пружин растяжения). Затем пружина подвергается испытанию нагружением. Пружина, сжатая до рабочей длины, должна создавать силу, соответствующую на-грузке в установленных пределах. Для испытаний в мелкосерийном и серийном производствах могут быть использованы весовые устройства. В связи с тем, что отклонения диаметра проволоки и диаметра пружины в пределах допусков оказывают большое влияние на характеристику пружины, для получения пружин с рабочими усилиями в узких интервалах производится их сортировка на группы. В массовом производстве контроль и сортировка пружин выполняются автома-тически.

Листовые рессоры (рис. 99) состоят из нескольких наложенных друг на друга листов разной длины. Они изготавливаются главным образом из легированных ста-лей 60С2, 60С2Н2А и др. Сборка рессор производится из заранее подготовленных и термически обработанных листов, полученных из полосового проката, наиболее часто имеющего прямоугольный профиль. После раз-резки полосы на отдельные листы и придания им со-ответствующей формы в горячем состоянии производит-ся термическая обработка: закалка в масле с нагревом до температуры 840—860°С и отпуск при температуре 400—450°С до твердости НRC 38—45. После термиче-ской обработки листы тщательно очищаются от ока-лины с помощью дробеструйной обработки, что одно-временно увеличивает их усталостную прочность. Перед сборкой рессорные листы смазывают графитовой смаз-кой для уменьшения сил трения между ними.

Раздел четвертый

ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Глава 1

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ СБОРКИ



1.1. Классификация сборочных единиц в сельскохозяйственном машиностроении

Изделия сельскохозяйственного машиностроения по технологической структуре сборки можно разделить на машины, агрегаты и орудия (рабочие органы).

Каждая машина состоит из двигателя, трансмиссии (привода) и рабочего органа. Двигатель является источником энергии, рабочий орган выполняет действия, для которых машина предназначена, а трансмиссия служит для передачи движения от двигателя к рабочему органу. Машины подразделяются на самоходные и стационарные.

Агрегат не имеет двигателя, а состоит только из рабочего органа и трансмиссии. Агрегаты могут быть прицепными и навесными.

Орудие имеет только рабочий орган и не имеет ни двигателя, ни трансмиссии.

К самоходным машинам относятся тракторы с навесными или прицепными орудиями, зерноуборочные комбайны, хлопкоуборочные машины, автомобильные разбрасыватели удобрений и др.

К стационарным относятся зерноочистительные машины, зерносушилки, кормоприготовительные машины (соломосилосорезки, корнеклубнерезки, кормодробилки) и др.

Прицепными агрегатами являются картофелеуборочные, свеклоуборочные, кукурузоуборочные, силосоуборочные комбайны, картофелесажалки, сеялки, пресс-подборщики и т. п.

Навесными агрегатами являются косилки, жатки, опрыскиватели и др. Навесной или прицепной агрегат

совместно с трактором образует машину. Орудия, как и агрегаты, могут быть прицепными и навесными. К ним относятся плуги, бороны, грабли, лушильники, культиваторы, катки и т. п.

Составные части машины — двигатель, трансмиссия и рабочий орган, как правило, оформляются конструктивно отдельно, работают в неодинаковых условиях, и к ним предъявляются различные технические требования.

Для удобства сборки машину разделяют на сборочные единицы первого порядка, второго порядка и т. д. Сборочные единицы первого порядка образуют машину, сборочные единицы второго порядка образуют сборочную единицу первого порядка и т. д. Двигатель, трансмиссия и рабочий орган могут рассматриваться для машины как сборочные единицы первого порядка. В сложных конструкциях трансмиссия и рабочий орган могут состоять из нескольких сборочных единиц первого порядка. Изготовление и сборка сборочных единиц машины могут выполняться в разных цехах и даже на разных заводах.

Различается общая и узловая сборка. Объектом общей сборки является изделие в целом, объектом узловой — сборочные единицы (узлы). Общая сборка ведется из сборочных единиц первого порядка и отдельных деталей, узловая — из сборочных единиц более низких порядков и деталей. При сборке должен быть обеспечен требуемый размер замыкающего звена, каким обычно является зазор между соседними деталями. Могут применяться следующие методы сборки.

1. Сборка по методу полной взаимозаменяемости деталей. При этом допуск замыкающего звена размерной цепи рассчитывается по методу «максимума-минимума».

2. Сборка по методу группового подбора деталей. Здесь детали сортируются на размерные группы и комплектуются с учетом их действительных размеров.

3. Сборка по методу неполной взаимозаменяемости деталей. В этих условиях допускается вероятность появления небольшого процента брака (до 0,3%) за счет расширения полей допусков на размеры деталей, образующие размерную цепь.

4. Сборка с применением регулировки. При этом для компенсации расширенных полей допусков на размеры деталей, образующие размерную цепь, вводится подвиж-

ный (винт) или неподвижный (прокладки) компенсатор.

5. Сборка с применением индивидуальной пригонки. Размер замыкающего звена обеспечивается путем снятия дополнительного слоя металла на заранее предусмотренной детали, размер которой входит в состав размерной цепи.

В сельскохозяйственном машиностроении выполняется большой объем сборочных работ. Трудоемкость сборочных работ составляет около 25% общей трудоемкости изделия, а по некоторым машинам может достигать до 60%.

1.2. Разработка технологического процесса сборки

Технологическим процессом сборки называется часть производственного процесса, заключающаяся в последовательном соединении деталей в сборочные единицы, а отдельных сборочных единиц и деталей — в изделие (машину, агрегат, орудие).

Технологический процесс сборки подразделяется на технологические операции. Технологической операцией сборки называется законченная часть технологического процесса сборки, выполняемая на одном рабочем месте над одной сборочной единицей рабочим или группой рабочих.

В состав операции входят технологические и вспомогательные переходы. Технологическим переходом называется законченная часть технологической операции сборки, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и соединяемых поверхностей. Вспомогательным переходом называется законченная часть технологической операции сборки, состоящая из действий, необходимых для выполнения технологического перехода.

Операция может выполняться при одном или нескольких установках. Установкой называется часть технологической операции сборки, выполняемая при неизменном закреплении собираемой сборочной единицы.

Разработка технологического процесса сборки ведется в такой последовательности:

- 1) выбирается форма организации процесса сборки;
- 2) разрабатывается технологический маршрут сборки (последовательность выполнения операций);

3) разрабатываются схемы технологического процесса общей и узловой сборки;

4) уточняется распределение сборочных работ по отдельным рабочим местам с учетом такта выпуска;

5) разрабатываются операционные карты технологического процесса сборки;

6) составляются операционные карты технического контроля;

7) разрабатываются исходные данные для проектирования специальной оснастки, приспособлений, инструмента;

8) рассчитываются технико-экономические показатели технологического процесса сборки.

Для разработки технологического процесса сборки необходимо иметь следующие материалы: сборочные чертежи изделия и сборочных единиц, технические требования на приемку, данные о годовом выпуске изделий.

Степень детализации технологического процесса сборки зависит от типа производства. В мелкосерийном и экспериментальном производствах разрабатываются маршрутные карты технологического процесса сборки, содержащие перечень операций, их основное содержание и необходимые данные для выполнения этих операций. В серийном и массовом производствах дополнительно разрабатывают операционные карты сборки. В массовом производстве операции более дифференцированы, выполняются с применением средств механизации.

По форме организации сборка может быть стационарной и подвижной. Стационарная сборка выполняется на одном неподвижном рабочем месте, к которому подаются все детали и сборочные единицы. При подвижной сборке изделие перемещается от одного рабочего места к другому. Каждый рабочий выполняет одну и ту же операцию, закрепленную за данным рабочим местом. Стационарная сборка может производиться по принципу концентрации или дифференциации сборочных работ. Во втором случае вся работа выполняется по операциям, распределенным по отдельным рабочим местам. Второй способ более производителен и экономичен.

Высшей формой организации является поточная сборка. Поточной называется сборка, выполняемая непрерывно на рабочих местах, расположенных в порядке выполнения технологического процесса сборки с по-

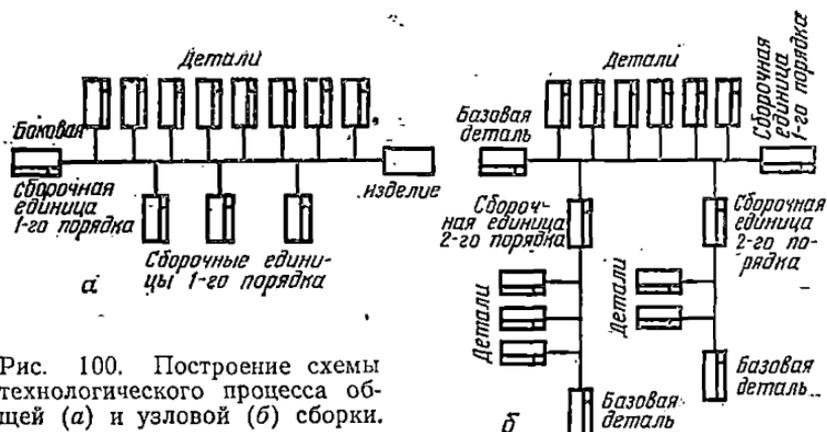


Рис. 100. Построение схемы технологического процесса общей (а) и узловой (б) сборки.

стоянным тактом выпуска готового изделия. В сельскохозяйственном машиностроении широко применяется подвижная поточная сборка с использованием конвейеров, рольгангов, рельсовых и безрельсовых тележек. Движение конвейера может быть непрерывным или периодическим.

При поточной сборке необходима синхронизация сборочных операций, для чего продолжительность операций должна быть равна такту или быть несколько меньше такта. При большей продолжительности операции параллельно производятся работы на нескольких рабочих местах, число которых определяется по формуле

$$n = \frac{t_{ш}}{t_{в}},$$

где $t_{ш}$ — штучное время на выполнение одной операции сборки, мин;

$t_{в}$ — такт выпуска, мин/шт.

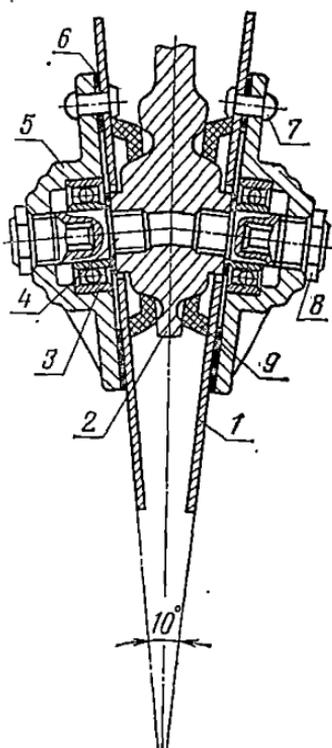


Рис. 101. Дисковый сошник сеялки:

1 — диск; 2 — корпус сошника; 3 — шарикоподшипник; 4 — ось; 5 — фигурная шайба; 6 — уплотнительная прокладка; 7 — заклепки; 8 — пробка; 9 — резиновая манжета.

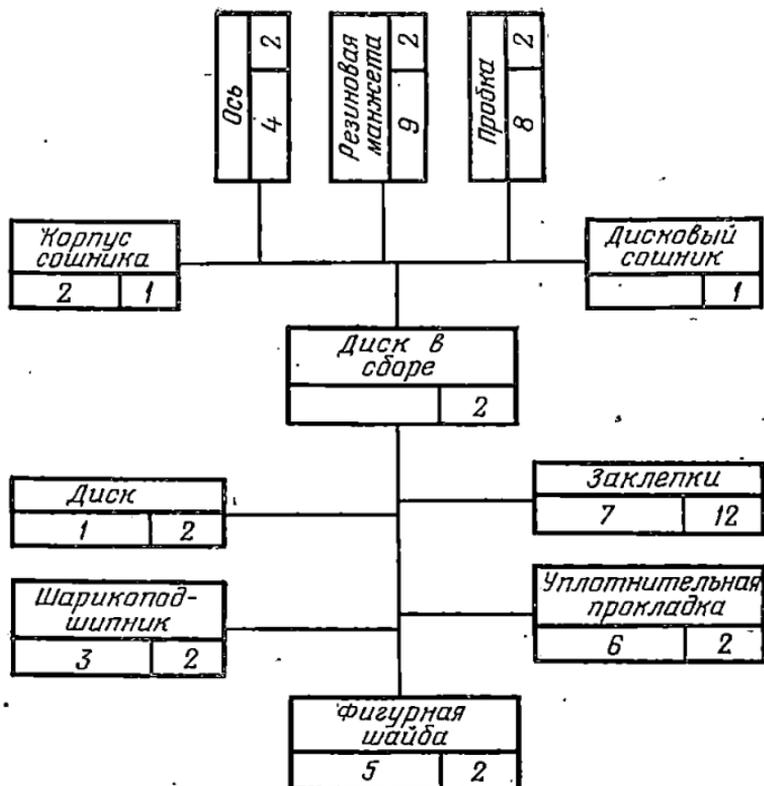


Рис. 102. Схема технологического процесса сборки дискового сошника сеялки.

На основе исходных данных и составленного маршрута разрабатываются графические схемы технологических процессов общей и узловой сборки. Схемы используются при разработке операционных карт технологического процесса сборки отдельных сборочных единиц, а затем и процесса общей сборки.

При разработке схемы общей сборки выделяется базовая сборочная единица, с которой начинается ее построение. Построение схемы узловой сборки начинается с базовой детали.

На рисунке 100 показан принцип построения схемы технологического процесса общей и узловой сборки. Каждая сборочная единица или деталь изображается на схеме в виде прямоугольника, разделенного на три части. В верхней части указывается наименование элемента изделия (детали, сборочной единицы), в левой

нижней части — его индекс по спецификации, в правой нижней части — число собираемых элементов. Сборочные единицы и детали изображаются на схеме сборки в последовательности их установки.

На рисунках 101 и 102 в качестве примера показаны дисковый сошник и схема технологического процесса его сборки. Дисковый сошник в общей сборке сеялки является сборочной единицей первого порядка. Его сборка начинается с выделения базовой детали — корпуса сошника. Диск в сборе будет считаться сборочной единицей второго порядка. Базовой деталью для него будет фигурная шайба.

Технологическая документация процесса сборки включает маршрутные и операционные карты технологического процесса, операционные карты технического контроля, ведомости оснастки, инструкции и т. п.

Глава 2

СБОРКА ТИПОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

2.1. Сборка подвижных и неподвижных соединений

Соединения (сопряжения) деталей подразделяются на подвижные и неподвижные. Подвижные сопряжения характеризуются возможностью взаимного перемещения (вращения) сопряженных деталей. Характер сопряжения определяется посадкой и качеством точности. Подвижные сопряжения могут образовывать цилиндрические и призматические (шпонки) детали и детали со сложной формой поверхности (резьбовые, шлицевые).

Неподвижные сопряжения характеризуются невозможностью взаимного перемещения сопряженных деталей. Неподвижность сопряжения обеспечивается натягом. Прочность сопряжения определяется посадкой и качеством точности. Неподвижные сопряжения могут быть выполнены по прессовым посадкам (гарантированный натяг) или по переходным посадкам (возможен натяг или зазор). Для обеспечения прочности сопряжения в переходных посадках часто применяются дополнительные конструктивные элементы (шпонки, штифты, шлицы).

Соединения деталей могут быть разъемными и неразъемными. Разъемные соединения образуются с помощью шпилек, болтов, штифтов, шплинтов, гаек. Для создания неразъемных соединений применяются клепка, сварка, пайка, склеивание, развальцовка.

В процессе сборки машины выполняются различные виды слесарно-сборочных работ. Сборка подвижных соединений не вызывает затруднений, так как гарантированный зазор создается выбранной посадкой. После сборки таких соединений необходимо проверить плавность вращения вала и отсутствие заеданий. Сборка производится без применения специальной оснастки и приспособлений. При сборке деталей точных подвижных сопряжений (поршень — гильза, поршневой палец — поршень, шатун — поршневой палец, плунжерная пара и т. п.) необходимо учитывать размерную группу и комплектовать соединения деталей с учетом их маркировки.

Сборка неподвижных соединений может осуществляться тремя методами: запрессовкой вала в отверстие, нагревом охватывающей детали (отверстие) или охлаждением вала. При запрессовке могут быть использованы ударное действие молотка или усилие, создаваемое прессом (винтовым, пневматическим или гидравлическим). Нагрев охватывающей детали для создания неподвижного соединения производится в горячей масляной ванне (переходные посадки) или в нагревательной печи (горячая посадка). Образование неподвижного соединения с охлаждением вала до низкой температуры применяется в тех случаях, когда неприменимы два первых способа сборки. В качестве источников холода используются: углекислота (температура испарения $-78,5^{\circ}\text{C}$), жидкий воздух, кислород (температура испарения $-183-195^{\circ}\text{C}$), жидкий азот (температура испарения $-195,8^{\circ}\text{C}$).

Резьбовое соединение двух элементов образуется с помощью болтов, шпилек, винтов и гаек. Для предотвращения самоотвинчивания гаек применяются пружинные и стопорные шайбы, шплинты или стопорение проволокой, а также кернение потайных головок винтов. При сборке резьбового соединения гайка (болт) должна быть затянута с определенным усилием, торец гайки и торец болта должны плотно прилегать к опорной поверхности без перекосов. В противном случае создают

ся изгибающие моменты, которые могут вызвать обрыв болта. Для обеспечения герметичности посадки шпильки в сквозном резьбовом отверстии и предупреждения ее самоотвинчивания резьба смазывается суриком. Для герметизации соединения труб с фитингами применяются смазывание резьбы масляной краской (белыми) и обвертывание ее волокнами льна. При сборке резьбовых соединений используются одно- и многошпindelные гайковерты (пневматические или электрические), создающие требуемый момент при затяжке.

Для соединения деталей из листового материала и профильного проката широко применяется сварка. Сварочные работы при поточной сборке обычно выполняются на линии сборки. Для большей точности взаимного расположения свариваемых деталей используются соответствующие приспособления (кондукторы). Чтобы уменьшить деформацию деталей в процессе сварки, их прочно закрепляют на приспособлении, которое должно иметь жесткую конструкцию.

Пайка находит ограниченное применение (при выполнении жестяничных работ, монтаже электрических схем и изготовлении радиаторов).

Клепка используется в тех случаях, когда не может быть применена сварка и нежелательны крепежные резьбовые соединения (например, в креплениях сегментов к спине ножа режущего аппарата, вкладышей к пальцам режущего аппарата, при изготовлении полотняных транспортеров).

Сборка заклепочных соединений может осуществляться ударным и бесшумным (прессовым) способами. При ударном способе применяются клепальные молотки или вибропрессы, при бесшумном — механические, пневматические, пневморычажные, пневмогидравлические, гидравлические и эксцентриковые прессы, а также подвесные пневматические и гидравлические скобы. В крупносерийном и массовом производствах используются автоматы (при сборке втулочно-роликовых цепей).

Для обеспечения плотного и герметичного соединения труб с наконечниками применяется развальцовывание концов труб. Такой способ пригоден для труб из пластичного материала (медь, латунь).

Склеиванием пользуются при соединении деревянных или пластмассовых деталей. В последнее время при-

меняется также склеивание металлических деталей специальными клеями, обеспечивающими высокую прочность соединения (ВС-10Т, БФ-4, ВТ-2 и др.).

2.2. Сборка типовых элементов сборочных единиц

Технологический процесс и организация сборки должны учитывать как конструктивные особенности узла и входящих в него деталей, так и предъявляемые к нему технические требования в отношении точности, надежности и условий эксплуатации.

К числу наиболее распространенных элементов сборочных единиц относятся подшипниковые узлы, зубчатые, червячные, цепные и ременные передачи, прокладочные соединения. От качества сборки этих узлов, передач и соединений во многом зависят эксплуатационные показатели собранной машины или агрегата.

2.3. Сборка подшипниковых узлов

В обычных условиях работы подшипникового соединения, когда вращается вал, а действующее усилие имеет постоянное направление, внутреннее кольцо устанавливается на вал с небольшим гарантированным натягом, определяемым расчетом. Обычно выполняются переходные посадки $k6$ или $m6$, применение же прессовых посадок с большим натягом недопустимо во избежание заклинивания шариков или цилиндрических роликов. В связи с тем, что на размер отверстия в подшипнике даются «минусовые» отклонения, применение валов с отклонениями по переходной посадке создает неподвижное соединение с гарантированным натягом. Наружное кольцо подшипника устанавливается в корпус с небольшим зазором, что позволяет ему во время работы медленно проворачиваться. Тем самым обеспечивается равномерный износ беговой дорожки и долговечность подшипника. Однако при этом увеличивается износ посадочного отверстия. Если такой износ нежелателен (сложная ответственная и тяжелонагруженная корпусная деталь), то применяются конические роликовые подшипники с запрессовкой внутренней и наружной обойм. Возможность регулировки радиального зазора в таких подшипниках позволяет применять легкопрессовые посадки.

При сборке подшипникового узла применение ударов по обойме недопустимо во избежание сколов или трещин. Обычно установка внутреннего кольца на вал производится с предварительным нагревом подшипника в масляной ванне с температурой масла 70—100°С. При запрессовке необходимо использовать соответствующие подкладные кольца и оправки с тем, чтобы усилие запрессовки воспринималось равномерно и только внутренним кольцом. В случае установки подшипника одновременно на вал и в корпус усилие должно передаваться сразу на оба кольца. Шарикоподшипники и ролики не должны передавать усилие запрессовки.

Сборка конических роликовых подшипников производится путем отдельной запрессовки наружного и внутреннего колец на вал и в корпус и последующей регулировки зазора. Зазор регулируется смещением внутреннего или наружного кольца в осевом направлении с помощью гайки или регулировочных прокладок. По окончании сборки проверяются плавность вращения вала и отсутствие заедания шариков или роликов.

Процесс сборки подшипников скольжения обычно заключается в запрессовке подшипника (втулки) в отверстие корпуса, развертывании отверстия во втулке (если это предусмотрено технологическим процессом сборки) и в установке вала. При сборке должна быть обеспечена соосность отверстий всех подшипников вала. В собранном узле проверяются наличие зазора, отсутствие заедания при вращении вала. Проверяется также совпадение смазочных отверстий с подводными масляными каналами.

В разъемных подшипниках коленчатых валов двигателей применяются вкладыши с точно обработанными наружной и внутренней поверхностями. Вкладыши укладываются в гнездо подшипника и не требуют дополнительной обработки перед установкой вала.

2.4. Сборка зубчатых и червячных передач

В сельскохозяйственных машинах широко применяются цилиндрические и конические зубчатые передачи с прямым и винтовым зубом различной степени точности. Технические условия на сборку зубчатых передач автомобилей, тракторов, двигателей внутреннего сгорания (6—8 степени точности) предъявляют повышен-

ные требования к точности монтажа и зацеплению зубьев по сравнению с соответствующими параметрами зубчатых передач в сельскохозяйственных агрегатах и машинах (8—11 степени точности для обработанных и 12 степень точности для необработанных).

Точность зубчатого зацепления определяется показателями кинематической точности, плавности работы и контакта зубьев. Задается также вид сопряжения, определяемый боковым зазором. Для зубчатых передач кинематическая точность оценивается наибольшей кинематической погрешностью передачи (до 8 степени точности колес), плавность работы — циклической погрешностью передачи, контакт зубьев — пятном контакта, непараллельностью осей, перекосом осей, боковой зазор — предельными отклонениями межосевого расстояния или гарантированным боковым зазором. Точность каждой передачи определяется комплексом показателей (из числа перечисленных выше), установленных техническими условиями на сборку.

Сборка зубчатых передач включает установку и закрепление колес на валу, установку валов с колесами в корпусе, проверку и регулировку зацепления. При выполнении всех этих работ должны быть учтены требования к точности передачи.

Зубчатые колеса могут соединяться с валом при помощи цилиндрического или шлицевого соединения. Обычно для этого используются переходные посадки. Для передачи крутящего момента в цилиндрическом соединении устанавливается шпонка.

В коробках скоростей широко применяются передвижные шестерни и блоки шестерен, устанавливаемые на шлицевых валах с использованием посадок с зазором. Встречаются также зубчатые колеса (промежуточные), свободно вращающиеся на оси (пальце).

Зубчатое колесо, напрессованное на вал, может иметь следующие погрешности: радиальное биение, перекося на валу, перекося в шпоночном соединении, неплотное прилегание ступицы к упорному буртику вала. Радиальное и осевое биения определяются с помощью индикаторных устройств (рис. 103).

При проверке радиального биения между зубьями последовательно закладывается цилиндрический калибр диаметром $1,68 m$, где m — модуль зубчатого зацепления. Для колес 7—8 степеней точности при диаметре

120—200 мм радиальное биение допускается 0,058—0,095 мм, а торцовое биение — до 0,05—0,08 мм на 100 мм диаметра колеса.

До укладки валов с зубчатыми колесами в ответственных передачах должны быть проверены межосевое расстояние, параллельность и перекос осей. Проверка производится индикаторными приборами с контрольными скалками, устанавливаемыми в отверстия корпусной детали.

Предельно допустимые отклонения межцентрового расстояния для колес диаметром 120—200 мм обычно составляют $\pm (0,065—0,105)$ мм. Допуски на непараллельность и перекос осей зубчатых колес 7—8 степени точности находятся в пределах от 0,017 до 0,060 мм, для колес 11 степени точности — от 0,042 до 0,120 мм.

Пятно контакта проверяется по краске (лазурь) вращением меньшего колеса. Пятна краски сопряженного колеса должны располагаться на средней части боковой поверхности зубьев (рис. 104). В таблице 9 приведены нормы контакта зубьев в цилиндрических передачах.

Боковой зазор проверяется щупом, индикаторным устройством или свинцовыми проволочками диаметром 1,4—1,5S (где S — боковой зазор). Гарантированный боковой зазор (минимальный) для колес диаметром 120—200 мм составляет обычно 0,085—0,170 мм. Для определения бокового зазора свинцовая проволочка сгиба-

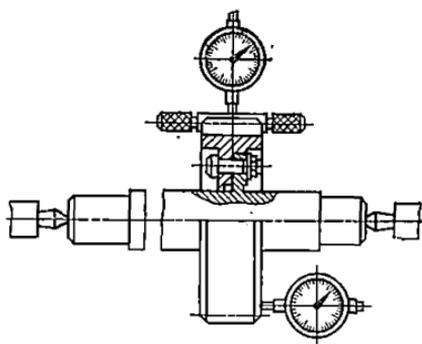


Рис. 103. Контроль биения зубчатых колес.

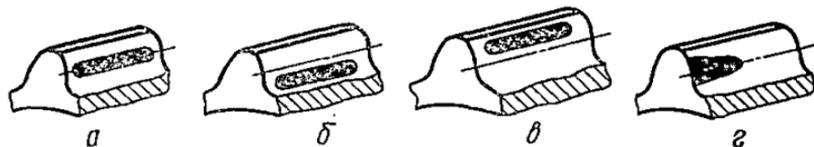


Рис. 104. Расположения пятна контакта на зубе колеса цилиндрической передачи при межцентровом расстоянии:

а — нормальном; б — уменьшенном; в — увеличенном; г — при перекосе осей.

Нормы контакта зубьев в цилиндрической передаче

Степень точности зубчатой передачи	Размер пятна контакта, % (не менее)	
	по высоте зуба	по длине зуба
6	50	70
7	45	60
8	40	50
9	30	40
10	25	30

ется в виде П-образной скобы, надевается на зуб, после чего поворачивается колесо. Боковой зазор в зацеплении равен сумме толщин сплюснутых частей проволочки с обеих сторон зуба.

Одним из комплексных показателей точности зацепления зубчатой передачи является производимый ею шум. Наиболее существен этот показатель для быстроходных передач. Шум измеряется в децибелах (дБ). При окружной скорости от 5 до 10 м/с уровень шума передачи может достигать 80—100 дБ.

Сборка конических зубчатых передач имеет свои особенности, заключающиеся в том, что оси колес должны быть взаимно перпендикулярны или расположены под углом, а боковой зазор регулируется перемещением вдоль оси одного или обоих колес. Для изменения зазора применяются прокладки или регулировочные гайки.



Рис. 105. Расположение пятна контакта на зубе колеса конической передачи:

а — при правильном зацеплении; б — при неправильном зацеплении.

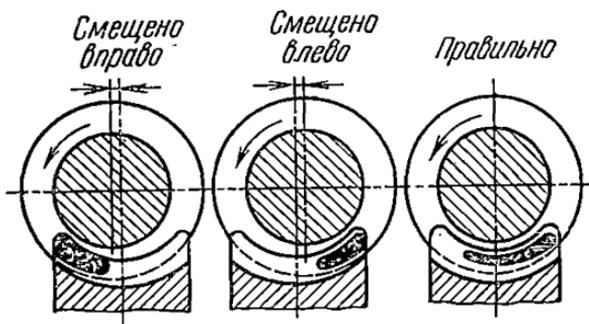


Рис. 106. Расположение пятна контакта на зубе червячного колеса.

Точность конической зубчатой передачи оценивается теми же показателями, что и цилиндрической. Значения этих показателей регламентированы в зависимости от степени точности соответствующими стандартами. Для конических зубчатых колес установлены следующие нормы контакта:

степень точности . . .	6	7	8	9	10, 11
размер пятна контакта, %	70	60	50	40	30

Возможные положения пятна контакта на конических колесах показаны на рисунке 105.

Контроль пятна контакта и бокового зазора осуществляется так же, как и при контроле цилиндрических зубчатых колес. Гарантированный боковой зазор в зацеплении конических колес при длине образующей делительного конуса от 80 до 120 мм обычно равен от 0,065 до 0,130 мм.

До общей сборки червячной передачи производится сборка венца со ступицей. Установка венца на ступицу выполняется на прессе, иногда с предварительным нагревом венца. Для соединения венца со ступицей дополнительно применяются болты и штифты.

Для правильной работы передачи ось червяка должна совпадать со средней плоскостью колеса, а оси червяка и червячного колеса должны быть взаимно перпендикулярны. Смещение средней плоскости колеса относительно оси червяка может быть проконтролировано по пятну контакта. Для этого на винтовую поверхность червяка наносится краска, затем он проворачивается и получают отпечатки на зубьях червячного колеса

(рис. 106). При правильном зацеплении червяка крас-ка должна покрывать поверхность зуба червячного колеса не менее чем на 60—70% по длине и высоте для передачи 7 степени точности, не менее 50% для передачи 8 степени точности и не менее 30—35% для передачи 9 степени точности.

В собранной червячной передаче контролируется боковой зазор между сопряженными боковыми поверхностями витка червяка и зубьев колеса. Гарантированный боковой зазор в передачах с межосевым расстоянием от 80 до 160 мм составляет 0,065—0,130 мм. Зазор определяется по углу свободного поворота червяка при закрепленном червячном колесе.

Собранная червячная передача проверяется на легкость проворачивания и обкатывается под нагрузкой.

2.5. Сборка цепных передач

Цепные передачи применяются при больших межосевых расстояниях между валами. В сельскохозяйственных машинах наиболее часто применяются втулочно-роликовые и крючковые цепи (см. рис. 86).

Сборка цепной передачи заключается в установке и закреплении звездочек на валах, надевании цепи и регулировке натяжения. Звездочка на валу закрепляется с помощью шпонки, штифта или стопорного болта. После закрепления звездочки проверяется ее радиальное и торцовое биение. Для звездочек втулочно-роликовых цепей диаметром 100—200 мм радиальное и торцовое биения допускаются до 0,5 мм, для звездочек крючковых цепей до 1 мм. Чтобы обеспечить правильную работу цепной передачи, оси звездочек должны быть параллельны, а сами звездочки находиться в одной плоскости. Смещение звездочек втулочно-роликовых цепей при межосевых расстояниях от 500 до 1000 мм не должно превышать 1,5 мм, а звездочек крючковых цепей — 2,5 мм. Непараллельность осей валов со звездочками вызывает появление в передаче дополнительной силы, сдвигающей звездочки.

Натяжение цепей производится перемещением натяжных звездочек (роликов) с подвижной осью (рис. 107). Стрела провисания должна быть примерно равна 1,5—2% от межосевого расстояния горизонтальных (и наклонных до 45°) передач. Для передач, близ-

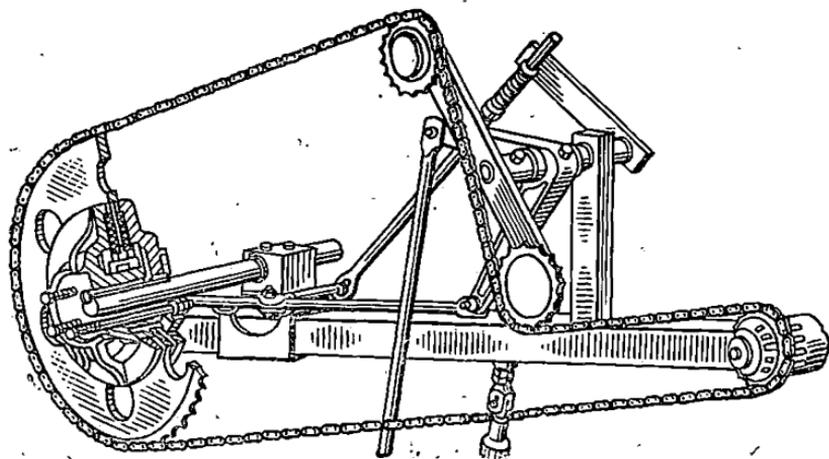


Рис. 107. Устройство для натяжения цепи.

ких к вертикальным, стрела провисания уменьшается до 1%. Цепные передачи, работающие при значительных нагрузках, снабжаются специальными предохранительными муфтами. При перегрузке срабатывает пружинно-храповой механизм муфты, передача крутящего момента на ведомый вал прекращается, благодаря чему предотвращается поломка цепной передачи.

Для получения бесконечной втулочно-роликковой цепи концы отрезка цепи требуемой длины соединяют с помощью соединительных или переходных звеньев (см. рис. 86).

Надевать крючковые цепи на звездочки необходимо таким образом, чтобы крючки звеньев были направлены в сторону движения цепи. В таком положении звенья цепи при сбегании ее со звездочки вращаются в шарнире крючка, и последний не истирается о поверхность звездочки, что уменьшает износ звена и звездочки.

2.6. Сборка клиноременных передач

Клиноременная передача состоит из ведущего и ведомого шкивов и клинового ремня (ремней), надетого на шкивы с натяжением и передающего окружное усилие с помощью трения. Эта передача широко используется во многих сельскохозяйственных машинах. При исполь-

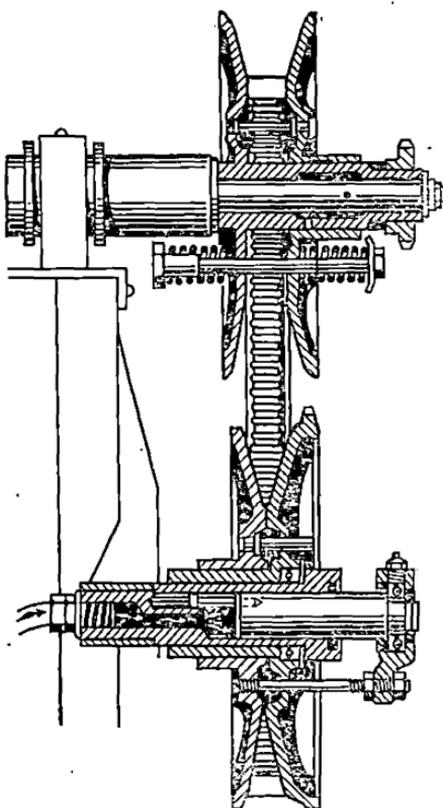


Рис. 108. Клиноременная передача с регулируемым передаточным отношением (вариатор).

зовании ременной передачи с раздвижными шкивами (вариатора), показанной на рисунке 108, возможна в определенных пределах регулировка частоты вращения ведомого вала.

Ременная передача обладает следующими достоинствами: возможностью передачи движения на среднее расстояние (меньшее, чем передает цепная передача, и большее, чем зубчатая), плавностью работы, бесшумностью, возможностью работы с высокими частотами вращения, дешевизной, простотой конструкции.

Сборка клиноременной передачи сводится к установке шкивов на валы, надеванию и натягиванию ремня и проверке правильности работы передачи. Шкивы на валу закрепляются с по-

мощью шпонки иногда с помощью шлицевого соединения и стопорятся от продольного перемещения винтом или болтом с шайбой. Посадочное отверстие в шкивах обычно цилиндрическое, но может быть и коническим.

При сборке клиноременных вариаторов на ось устанавливаются последовательно неподвижный и подвижный диски, ставятся соединительные болты, шпильки, пружины и другие элементы. При гидравлическом управлении вариатором подвижный диск соединяется с плунжером гидроцилиндра.

После установки шкивов необходимо проверить отсутствие перекосов на валах, радиальное и осевое биение и взаимное смещение шкивов:

2.7. Сборка прокладочных соединений

Для обеспечения герметичности некоторых узлов и систем (охлаждения, смазки, питания, гидросистем) широко применяются прокладочные соединения. Прокладки могут изготавливаться из картона, паронита, резины, красной меди, алюминия и пробки. Между блоком цилиндров и головкой двигателя внутреннего сгорания устанавливается обычно металлоасбестовая прокладка. Она имеет медную окантовку по краям отверстий для прохода охлаждающей жидкости и стальную — по краям цилиндрических отверстий. Для герметизации беспрокладочного соединения используются герметизирующие составы (герметики), которыми смазываются тщательно обработанные плоскости.

Для уплотнения одиночных отверстий (заливных, спускных, контрольных, свечных, форсуночных) используются прокладочные кольца. Сборка этих соединений производится затяжкой резьбы до обеспечения герметичности.

Уплотнение плоскостей с применением трех и более шпилек или болтов должно производиться с соблюдением определенных правил во избежание неравномерного зажатия прокладки, перекосов и деформаций соединяемых деталей.

Перед установкой прокладки необходимо проверить состояние обработанных соединяемых поверхностей и убедиться в отсутствии на них забоин, поперечных рисок, раковин и других дефектов.

После установки прокладки и присоединяемой детали гайки навинчиваются со слабой предварительной затяжкой. Окончательная затяжка гаек должна выпол-

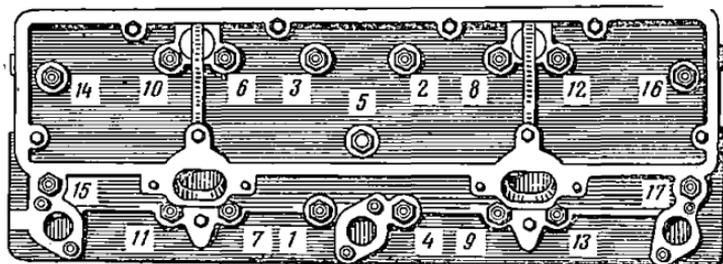


Рис. 109. Очередность затяжки крепления головки цилиндров двигателя СМД-14.

няться в определенном порядке с постепенным увеличением усилия на ключе. Порядок завинчивания должен обеспечить равномерное распределение усилия затяжки по всей соединяемой плоскости. С этой целью гайки поочередно затягиваются на противоположно расположенных сторонах (крест-накрест) от середины к краям. В качестве примера на рисунке 109 показана очередность затяжки гаек крепления головки цилиндров двигателя СМД-14. Цифры на рисунке обозначают порядок затяжки гаек. Гайки затягиваются в несколько приемов, за один прием гайки следует поворачивать не более чем на 60—120°. Окончательно гайки затягиваются с установленным усилием (для гаек крепления головки цилиндров двигателя СМД-14 — 200—220 Н·м).

Контроль качества сборки прокладочных соединений производится путем гидравлического испытания.

2.8. Механизация и автоматизация слесарно-сборочных работ

Широкое применение средств механизации процессов сборки позволяет значительно повысить производительность труда и сократить производственные площади. При сборке основной объем работ приходится на слесарно-сборочные работы. Можно выделить следующие виды слесарно-сборочных работ: сверление отверстий «по месту», нарезание резьбы, опилование, гибка, правка, клепка, притирка, запрессовка, развальцовка, завинчивание болтов и гаек, регулировка и др.

Для механизации различных видов работ применяются соответствующие инструменты и приспособления. Сверление отверстий производится с использованием сверлильных станков (настольных, вертикально-сверлильных), электрических или пневматических дрелей. При опиловании могут быть использованы механические напильники, шлифовальные машинки с гибким валом. При клепке применяются пневматические и гидравлические клепальные молотки, клепальные прессы и скобы.

Завинчивание болтов, гаек и шпилек в серийном и массовом производствах выполняется с помощью пневматических или электрических гайковертов и шпильковертов. Они могут быть одно- и многошпindelными.

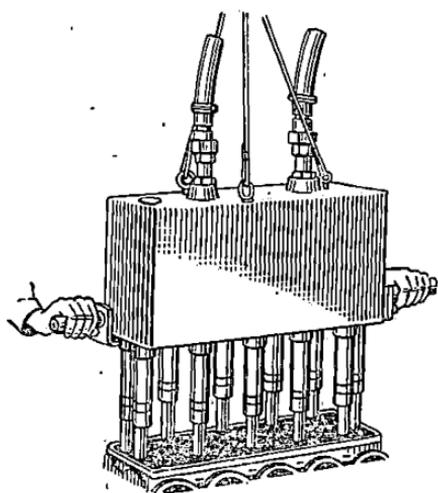


Рис. 110. Многошпиндельный гайковерт для завинчивания гаек крепления головки цилиндра.

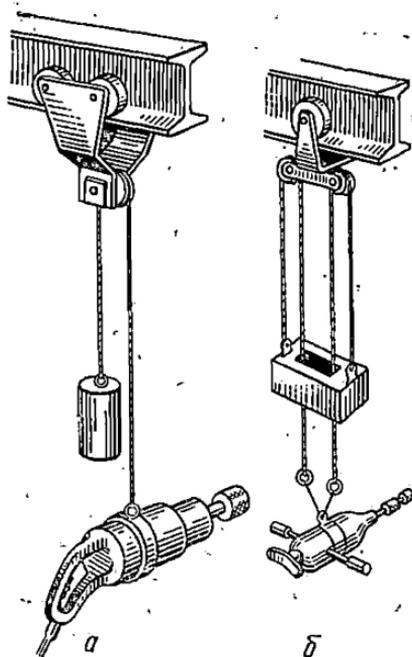


Рис. 111. Подвеска механизированного инструмента:

а — на одном блоке; б — на двух блоках.

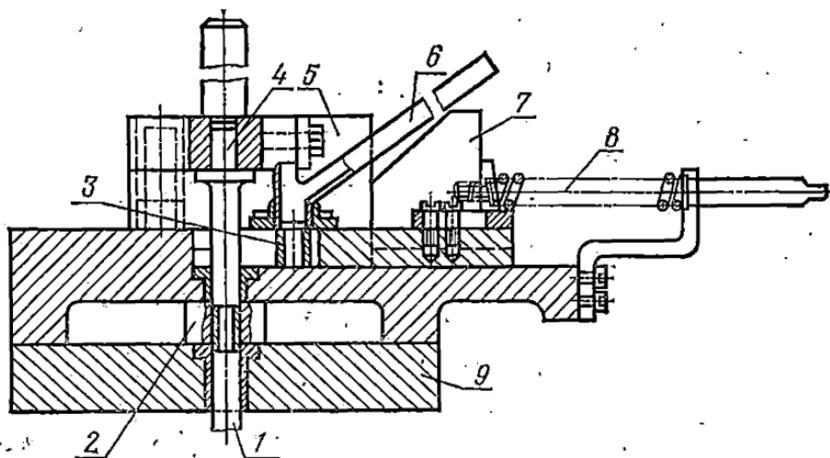


Рис. 112. Полуавтоматическое приспособление к прессу для запрессовки втулок в верхнюю головку шатуна:

1 — подъемный штырь; 2 — шатун; 3 — втулка; 4 — пуансон; 5 — клин; 6 — лоток; 7 — клин ползуна; 8 — пружина; 9 — плита.

На рисунке 110 показан многошпиндельный гайковерт для завинчивания гаек крепления головки цилиндров. Гайковерты обеспечивают затяжку гаек с требуемым крутящим моментом.

Для завинчивания винтов применяются машинные отвертки. В связи с тем, что механизированный инструмент имеет большую массу, он подвешивается на рабочем месте на специальных балансирующих уравнивающих подвесках, которые позволяют перемещать инструмент без больших затрат физических усилий (рис. 111).

Применение механизированных инструментов, сборочных станков и приспособлений позволяет ускорить выполнение слесарно-сборочных работ и снижает утомляемость рабочих.

При сборке находят применение механизированные приспособления с полуавтоматическим циклом. В качестве примера на рисунке 112 показано приспособление для запрессовки с помощью пресса втулок в верхнюю головку шатуна. Верхняя головка шатуна 2 устанавливается на плиту 9 приспособления и центрируется подъемным штырем 1. Из лотка 6 втулка 3 поступает в подвижную плиту на исходную позицию и перемещается под действием пружины 8 влево подвижной частью, состоящей из ползуна и клина 7, на рабочую позицию. При опускании пуансона 4 происходит запрессовка втулки в головку шатуна. При этом с помощью клина 5, связанного с пуансоном, отводится вправо клин 7 с ползуном и сжимается пружина 8. Пуансон поднимается вверх, и на рабочую позицию подается очередная втулка.

Наибольший экономический эффект достигается при комплексной механизации всех производственных процессов сборки, включая вспомогательные работы. Механизация подъемно-транспортных работ осуществляется с применением кран-балок, монорельсов, конвейеров, транспортных тележек, роульгангов и т. д.

Автоматизация — высшая ступень механизации сборочных работ. Под технологическим процессом автоматической сборки изделия или его сборочной единицы понимается часть общего производственного процесса, выполняемого в автоматическом режиме на отдельной машине или линии.

Для автоматизации сборки должны быть проанализированы конструкции деталей и узлов с точки зрения

их технологичности, так как к ним предъявляется целый ряд дополнительных требований. Технологический процесс автоматической сборки не должен копировать последовательность и приемы ручной или механизированной сборки, так как это часто не дает удовлетворительных результатов.

Автоматическая сборка выполняется с помощью автоматов и на автоматических линиях, производительность которых (в шт/ч) может достигать:

резьбовые соединения	1500—2500
мелкие узлы	1200—4000
шатуны с крышкой, шатунно-поршневые группы	240—1200
узлы рулевого управления	500—1000
тормозные барабаны	150—750

Для эффективного использования автоматов необходимо иметь достаточную программу.

Многие сборочные операции при их автоматизации требуют решения сложной задачи ориентации деталей при подаче их на рабочую позицию. Так, болты на рабочую позицию подаются в вертикальном положении — головой вверх, корончатые гайки — в вертикальном положении — шлицами вверх. Для подачи и ориентации деталей используются вибробункеры и вибролотки, снабженные отсекателями.

Детали, занимающие неправильное положение, не направляются на позицию сборки, а возвращаются в загрузочный бункер.

На рисунке 113 показано устройство для ориентации шатунных болтов на автоматической линии сборки шатуна с крышкой.

Болт, двигаясь по вибролотку 1, подается в горизонтальном положении к прорези П. При прохождении прорези стержень болта проваливается и болт, опираясь на головку, занимает вертикальное положение. Перемещаясь вдоль прорези, болт одной стороной головки упирается в отсекающий элемент 2, поворачивается и, когда фаска на его головке займет положение, параллельное отсекающему элементу, продвигается вперед и через отверстие 0 поступает на рабочую позицию в ориентированном положении. Устройство для ориентации корончатых гаек показано на рисунке 114. Принцип работы этого устройства основан на отборе правильно

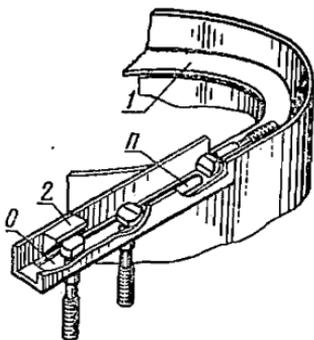


Рис. 113. Устройство для ориентации шатунных болтов на автоматической линии сборки шатуна с крышкой.

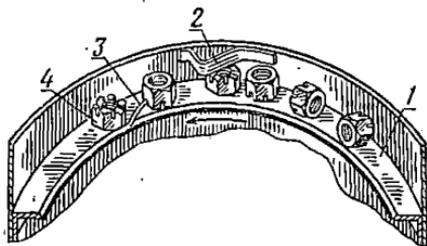


Рис. 114. Устройство для ориентации корончатых гаек.

ориентированных гаек, которые подаются на рабочую позицию, а остальные сбрасываются в загрузочный бункер. Гайки по вибрлотку 1 перемещаются в направлении стрелки. Мимо отсекателя 2 проходят гайки, у которых ось отверстия расположена вертикально. Остальные сбрасываются в бункер, так как размер «под ключ» больше высоты гайки. Гайки, у которых шлицы расположены снизу, при своем дальнейшем движении отводятся в сторону отсекателем 3 и сбрасываются в бункер. Таким образом, на рабочую позицию попадают только правильно (шлицами вверх) ориентированные гайки 4.

В настоящее время в автотракторостроении эффективно используются следующие автоматы: для сборки шатунно-поршневой группы, для установки пружин в каретку подвески, для сборки плунжерных пар топливного насоса и автоматические линии для сборки головок цилиндров. На этих линиях устанавливается до 80 деталей: клапаны, пружины, тарелки клапанов, сухарики, шпильки, винты и др. По мере развития машиностроительного производства сборочные автоматы и автоматические линии будут находить все более широкое применение.

Глава 3

СБОРКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРУДИЙ, АГРЕГАТОВ И МАШИН



3.1. Сборка сельскохозяйственных орудий

Для выполнения разнообразных технологических процессов орудия снабжаются соответствующими рабочими органами. Конструкция рабочих органов не отличается сложностью, однако их сборка требует в ряде случаев применения специальной технологической оснастки и соответствующих приемов сборочных работ (сборка транспортеров, молотильных барабанов, режущих аппаратов и т. д.). Рассмотрим некоторые особенности сборки наиболее характерных орудий.

Сборка плугов. На рисунке 115 изображен навесной четырехкорпусный плуг общего назначения. Он имеет плоскую раму 1, состоящую из продольных 2 и поперечного грядилей. К грядилям прикреплены рабочие корпуса 3 и предплужники 4. Перед последней парой предплужник — корпус установлен дисковый нож 9. Присоединительные нижние 5 и верхний 6 шарниры служат для соединения рамы плуга с тягами навесного механизма трактора. Винтовой механизм 8 предназначен для вертикального перемещения опорного колеса 7 с целью регулирования глубины вспашки.

При сборке рамы базовой деталью является балка жесткости, к которой присоединяются продольные и поперечный грядили. Собранный рама служит базовой сборочной единицей при общей сборке плуга. Узловая сборка организуется для следующих сборочных единиц первого порядка: рабочие корпуса, предплужники, дисковый нож, опорное колесо. При сборке рабочего корпуса на стойке закрепляется отвал с помощью болтов и гаек с пружинными шайбами. Затем на корпус ставится лемех и закрепляется тремя болтами. После этого с помощью двух болтов присоединяется полевая доска. Полевые обрезы лемеха и отвала должны находиться в одной вертикальной плоскости и перекрывать поверхность стойки на 5—8 мм. Головки болтов, прикрепляющих детали к стойке корпуса, должны находиться заподлицо с рабочей поверхностью. Собранные опорное колесо и дис-

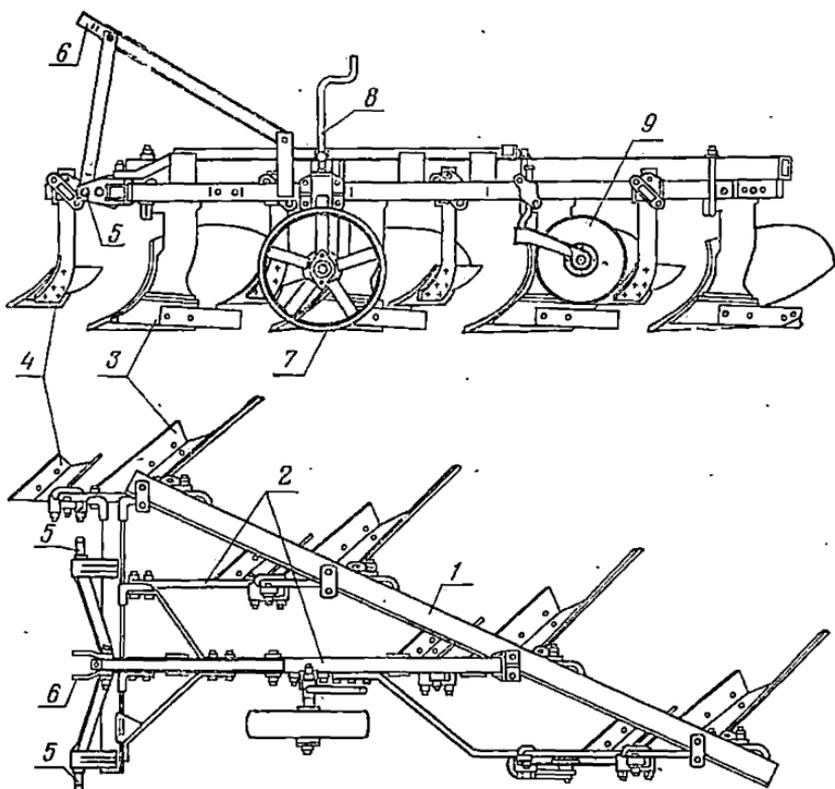


Рис. 115. Навесной четырехкорпусный плуг общего назначения:

1—рама; 2—продольные грядили; 3—рабочий корпус; 4—предплужник; 5 и 6—нижние и верхний присоединительные шарниры; 7—опорное колесо; 8—винтовой механизм; 9—дисковый нож.

ковый нож должны свободно вращаться на своих осях.

Общая сборка плуга включает закрепление на продольных грядилях рамы рабочих корпусов и предплужников, винтового механизма 8 с опорным колесом и дискового ножа. Устанавливаются также верхний и нижний присоединительные шарниры.

После завершения сборки проверяются равномерность расположения рабочих корпусов по ходу плуга и расположение лемехов по высоте. Носки лемеха должны лежать на одной линии. Проверка расположения лемехов производится на контрольной площадке, расчерченной на прямоугольники. Все лемеха должны прилегать

к поверхности площадки (допускается просвет не более 15 мм). Затем регулируется положение предплужников.

Сборка режущих аппаратов косилки. На рисунке 116 показано устройство режущего аппарата косилки. Режущий аппарат имеет пальцевый брус 11, к которому крепятся наружный и внутренний башмаки и пальцы 1 с вкладышами 2. Вдоль пальцевого бруса перемещается нож с сегментами 3, удерживаемый прижимами 7. Возвратно-поступательное движение ножу сообщается с помощью его головки.

До общей сборки производится сборка режущего ножа, пальцев и башмаков с вкладышами. Сборка выполняется на поточных линиях. При сборке режущего ножа базовой деталью является спинка 5 ножа, изготавливаемая из полосовой стали. Спинка ножа должна быть тщательно отрихтована. После предварительного изго-

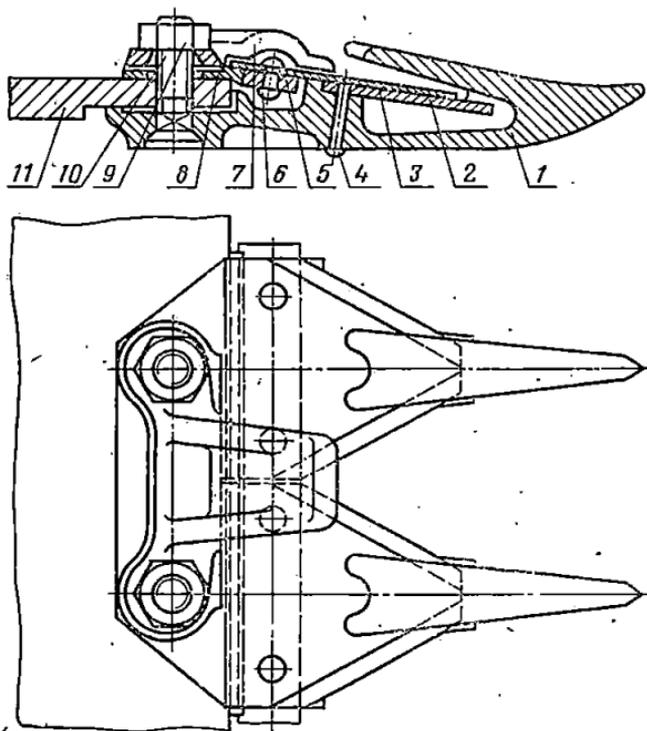


Рис. 116. Режущий аппарат косилки:

1 — палец; 2 — вкладыш; 3 — сегмент; 4 и 6 — заклепки; 5 — спинка ножа; 7 — прижим; 8 — пластина трения; 9 — гайка; 10 — болт; 11 — пальцевый брус.

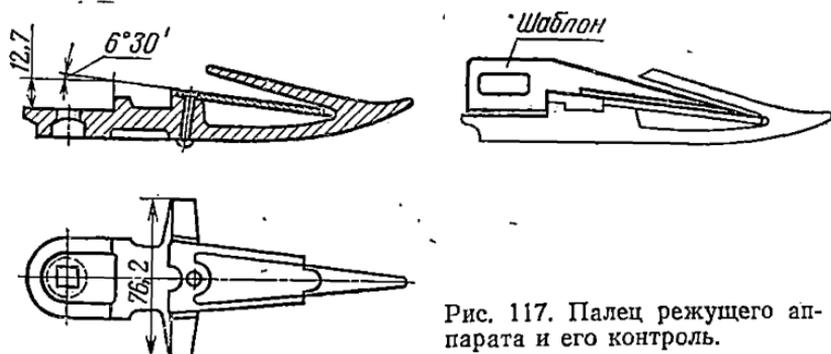


Рис. 117. Палец режущего аппарата и его контроль.

товления отверстий к спинке ножа приклепываются сегменты 3 с помощью заклепок 6. С левого края приклепывается головка ножа. После завершения сборки производится окончательная правка ножа.

При сборке пальца с вкладышем базовой деталью является палец 1 (рис. 116). В него вставляется вкладыш 2 и приклепывается заклепкой с потайной головкой. Для нормальной работы режущего аппарата все вкладыши должны быть расположены на одном уровне и под одним углом. Для этого должны быть выдержаны размер 12,7 мм и угол $6^{\circ}30'$ (рис. 117). Чтобы обеспечить эти требования, одновременно с приклепыванием вкладышей производится подгибка пальца (ковкий чугун или сталь) на эксцентриковом прессе с усилием 0,75—1 МН. Для контроля положения вкладыша служит шаблон, показанный на рисунке 117.

Для равномерного расположения пальцев вдоль пальцевого бруса между краями усиков должен быть выдержан размер 76,2 мм. Требуемая точность этого размера достигается обрубкой усиков на эксцентриковом прессе после отливки пальцев.

Общая сборка режущего аппарата начинается с присоединения к базовой детали — пальцевому брусу всех пальцев с приклепанными вкладышами. Каждый палец закрепляется одним болтом. Одновременно с пальцами устанавливаются в соответствующих местах пластины трения 8 (см. рис. 116) и прижимы 7. Затем к пальцевому брусу прикрепляются наружный и внутренний башмаки, вставляется режущий нож и проверяется положение пальцев. Пальцы должны плотно прилегать к пальцевому брусу, зазоры в стыках усиков пальцев не должны превышать 0,5 мм. Отклонение в расстояниях

между концами пальцев допускается не более ± 3 мм. Зазор между сегментами и прижимами ножа должен быть не более 0,5 мм. После окончательного закрепления пальцев проверяется возможность перемещения ножа от руки. К внутреннему башмаку прикрепляются крышки, удерживающие с двух сторон головку ножа.

3.2. Сборка двигателей

Двигатели внутреннего сгорания изготавливаются на специализированных заводах и состоят из большого числа деталей и узлов. Для моторостроительного завода двигатель является изделием, которое собирается на линии общей сборки. В связи с этим сборку двигателя можно подразделить на общую и узловую. На общей сборке базовой деталью является блок цилиндров. К нему в определенной последовательности присоединяются все сборочные единицы первого порядка и отдельные детали двигателя. Сборка сборочных единиц (узлов) выполняется на отдельных участках, примыкающих к линии общей сборки.

Сборка двигателей и их сборочных единиц производится на конвейерах. Общая сборка — на главном конвейере, узловая сборка — на вспомогательных.

Несмотря на различия в мощности, размерах и конструкции, основные сборочные единицы двигателей по назначению и устройству имеют много общего, поэтому принципы и последовательность выполнения сборки различных двигателей в значительной мере сходны. Двигатель на общей сборке комплектуется из следующих основных сборочных единиц и деталей: блока цилиндров, шатунно-поршневой группы, головки цилиндров, топливного насоса, пускового двигателя, водяного и масляного насосов, фильтров, воздухоочистителя, коленчатого и распределительного валов, картера, соединительных трубок и других узлов и деталей. Ниже рассматривается последовательность выполнения основных работ при сборке двигателя и его некоторых сборочных единиц (узлов).

Сборка шатунно-поршневой группы. Сборка поршней с шатунами производится с учетом размерных и весовых групп шатуна, поршня, гильзы и поршневого пальца, которые указываются на обусловленных местах деталей (рис. 118).

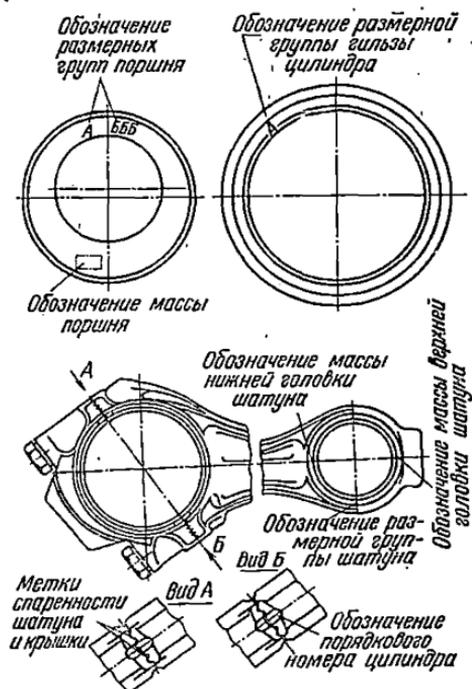


Рис. 118. Места обозначения размерных и весовых групп деталей.

Базовой деталью группы является поршень. Поршень перед установкой поршневого пальца нагревается. Поршневой палец, смазанный маслом, устанавливается в отверстие бобышек поршня, в который предварительно вводится верхняя головка шатуна с запрессованной и окончательно обработанной втулкой. Для фиксации осевого положения поршневого пальца в отверстия бобышек вставляются стопорные кольца. Затем в нижнюю головку шатуна и крышку устанавливаются вкладыши шатунного подшипника и производится предварительная сборка

нижней головки шатуна. Поршень собирается с поршневыми кольцами. Для выполнения этой работы применяются специальные приемы работы, позволяющие избежать поломки чугунных колец. Установленные кольца должны быть развернуты своими замками на $120\text{--}180^\circ$ по отношению друг к другу: Собранные поршни с шатунами поступают на общую сборку в комплекте со своими гильзами.

Сборка узла головки цилиндров. Сборка этой сборочной единицы в основном сводится к сборке клапанного механизма, притирке клапанов, контролю герметичности и установке шпилек. Базовая деталь в этом узле — головка цилиндров. В нее устанавливаются клапаны и притираются все одновременно к седлам гнезд. После притирки клапанов для удаления абразива головка промывается. Качество притирки проверяется испытанием на герметичность керосином или сжатым воздухом.

Сборка клапанного механизма. При сборке устанавли-

ливаются опорные шайбы, пружины, тарелки пружин и сухарики (сухарики могут быть установлены на свое место только после предварительного сжатия пружин). Затем в головки цилиндров завинчиваются шпильки.

Общая сборка двигателя. Общая сборка начинается со сборки кривошипно-шатунного механизма. В начале сборки в блок устанавливаются вкладыши коренных подшипников, затем в них укладывается коленчатый вал в сборе с маховиком и закрепляется крышками коренных опор с установленными в них вкладышами. До закрепления вала закладываются полукольца упорного подшипника для фиксации осевого положения вала. В блок устанавливаются гильзы цилиндров с надетыми на них уплотняющими кольцами. Со стороны головки цилиндров ставятся поршни в сборе с шатунами. Предварительно с шатунов снимаются крышки головок. Чтобы завести поршень в гильзу, поршневые кольца обжимаются специальным устройством. Шатуны соединяются с шатунными шейками коленчатого вала: надеваются крышки шатунов, завинчиваются и шплинтуются корнчатые гайки шатунных болтов.

Затяжка гаек крепления крышек коренных подшипников и шатунных болтов производится гайковертами с крутящим моментом, соответственно равным 300—320 и 170—190 Н·м.

После завершения сборки кривошипно-шатунного механизма собирается механизм газораспределения. На верхнюю привалочную плоскость блока устанавливается металлоасбестовая прокладка и головка цилиндров в сборе (с клапанным устройством). Гайки крепления головки завинчиваются с моментом 220—240 Н·м.

Ставятся на место распределительный вал в сборе с шестерней, роликовый толкатель и его ось, штанги толкателей. На головке цилиндров закрепляются стойки осей коромысел. В процессе установки оси коромысел ставятся на свои места коромысла клапанов в сборе и распорные пружины. Ось коромысел фиксируется от осевого перемещения шайбами и пружинными кольцами, закрепляемыми на ее концах. Далее устанавливаются по меткам и закрепляются шестерни распределения (шестерни коленчатого вала, распределительного вала, топливного насоса и промежуточная).

Следующий этап сборки двигателя заключается в установке и закреплении отдельных сборочных единиц и

деталей. В число их входят: пусковой двигатель с редуктором, топливный насос, фильтры, генератор, масляный насос, гидронасосы, муфта сцепления в сборе, картер шестерен распределения, водяной насос, воздухоочиститель, поддон. Устанавливаются крышки головки цилиндров, доводится до конца монтаж механизма декомпрессии.

Заканчивается сборка двигателя установкой форсунок, топливопроводов, коллекторов, соединительных патрубков, шкива коленчатого вала, натяжного ролика и ремней вентилятора, генератора и счетчика моточасов.

В процессе сборки двигателя выполняются различные контрольные операции: проверка свободного вращения коленчатого вала и других вращающихся деталей; проверка биения маховика по торцу прилегания к муфте сцепления; проверка радиальных и осевых зазоров в подшипниках, проверка наличия пломб на пломбируемых узлах (топливный насос, счетчик моточасов) и т. д.

По окончании сборочных работ двигатель поступает на испытания и окраску, а далее на консервацию.

3.3. Общая сборка машин

Общая сборка тракторов, автомобилей, комбайнов и других сельскохозяйственных машин и агрегатов в крупносерийном и массовом производствах выполняется на конвейерах. Сборка может производиться на подвижных тележках или на подвесных устройствах. После установки опорных катков на гусеничном тракторе или колес на колесном тракторе дальнейшая сборка может производиться без применения тележек. Если позволяет конструкция машины (зерноуборочные комбайны), общая сборка производится путем перемещения собранной рамы с установленными колесами.

Общая сборка начинается с базовой сборочной единицы, которой на тракторах является трансмиссия, включающая коробку передач и задний мост, а на автомобилях и комбайнах — рама. На линию общей сборки со вспомогательных конвейеров или с промежуточных складов поступают собранные узлы (сборочные единицы первого порядка) и отдельные детали.

Процесс общей сборки разделяется на операции, продолжительность которых должна быть равна такту выпуска изделия. Все работы по сборке должны быть максимально механизированы. С увеличением годового вы-

пуска одностипных машин расширяются возможности применения специальных сборочных приспособлений, изготовление которых при малых программах выпуска не окупается.

Для бесперебойной работы конвейера на его отдельных участках целесообразно размещать межоперационные заделы деталей и небольших узлов.

3.4. Обкатка и испытания машин и агрегатов

В процессе сборки ответственные узлы и агрегаты сельскохозяйственных машин (двигатели, коробки передач, задние мосты, топливные и масляные насосы, агрегаты гидросистем и др.) проходят обкатку и испытания с целью приработки, регулировки и обнаружения дефектов. После завершения общей сборки все изделие подвергается испытаниям на правильность взаимодействия его механизмов и узлов и проверке основных технических параметров.

Для обкатки и испытаний используются соответствующие стенды и приспособления, оснащенные приводами и контрольно-измерительной аппаратурой. Режимы и продолжительность обкатки определяются устройством и назначением узла или агрегата. Так, коробки передач тракторов обкатываются в течение 1—2 мин на каждой передаче вхолостую без заливки масла. Затем, после заливки масла, производится обкатка под нагрузкой при разных крутящих моментах в зависимости от включенной ступени передачи. При обкатке проверяются правильность сборки узла, уровень шума, нагрев подшипников и др. Обнаруженные дефекты устраняются на обкаточном стенде или на специальном участке исправления дефектов, куда узел направляется со стенда.

Наиболее тщательно проводятся обкатка и испытание двигателей. Собранные двигатели обкатываются на специальных электротормозных стендах. Сначала проводится на разных режимах холодная обкатка от электродвигателя, затем горячая обкатка без нагрузки и, наконец, горячая обкатка под нагрузкой, создаваемой вращением генератора стенда. По окончании обкатки двигатели проходят испытание на том же стенде с определением основных технических параметров (мощности, частоты вращения, удельного расхода топлива и др.). В качестве примера рассмотрим процессы обкат-

ки и испытаний двигателя ЯМЗ-238НБ на асинхронной электрической машине АК-1М(АК-1Г) мощностью 160 кВт. Холодная обкатка двигателя продолжается в течение 15 мин с увеличением частоты вращения коленчатого вала от 600 до 1500 об/мин. В начале холодной обкатки должна быть проверена подача масла к подшипникам коромысел клапанов и герметичность уплотнений форсунок в головках цилиндров. По окончании холодной обкатки производятся смена масла и промывка фильтра грубой очистки масла. Горячая обкатка продолжается 1 час 40 мин при частоте вращения коленчатого вала от 1500 до 1700 об/мин. После пуска двигателя должна быть проверена герметичность соединений в системе питания. По окончании обкатки двигатель останавливается с плавным уменьшением нагрузки и частоты вращения коленчатого вала. Промывается фильтр грубой очистки масла, подтягиваются гайки крепления головок цилиндров. Проверяются и при необходимости регулируются зазоры в клапанном механизме и угол опережения впрыска топлива. Запускается двигатель и прогревается до нормального теплового режима, регулируются минимальная и максимальная частоты вращения при холостом ходе, проверяются мощность двигателя и часовой расход топлива. Работа двигателя на номинальной мощности, пока не завершён процесс приработки (приработка заканчивается в начальный период эксплуатации), допускается лишь на короткий промежуток времени.

Двигатели, прошедшие испытания, принимаются работниками ОТК и направляются на окраску после установки муфты сцепления. Помимо основных испытаний, которым подвергаются все двигатели, предусмотрены выборочные контрольные испытания одного двигателя от партии, предъявленной к сдаче. Этот двигатель разбирается, проверяются шероховатость и степень приработки поверхностей деталей ответственных сопряжений, моменты затяжки болтов и гаек, зазоры в отдельных сопряжениях и собирается снова.

Отобранный двигатель устанавливается на испытательную машину, обкатывается и испытывается в течение 50 ч. При этом определяются его основные параметры: мощность, удельный расход топлива, расход масла. Периодически проводятся испытания двигателей на безотказность. Для этого четыре двигателя обкатываются при работе на полной мощности в течение 1000 ч.

3.5. Окраска машин

Окраска сельскохозяйственных машин выполняется с целью предохранить их от атмосферной коррозии и придать им внешний вид, соответствующий требованиям технической эстетики. Внутренние полости отливок, соприкасающиеся с маслами, а также крышки и пробки маслозаливных горловин окрашиваются для предохранения от коррозионного воздействия нефтепродуктов. Наружные поверхности двигателей, подвергающиеся воздействию повышенных температур, покрываются лаком с добавкой алюминиевой пудры.

Чтобы обеспечить высокое качество окраски, поверхности должны быть сухими, очищенными от масла, ржавчины и грязи и обезжиренными. Перед нанесением краски поверхности должны быть загрунтованы и зашпатлеваны. Грунтовка улучшает сцепление краски с поверхностью, повышает коррозионную стойкость и уменьшает пористость лакокрасочного покрытия. Грунтовка наносится ровным слоем толщиной 15—20 мкм. Для окраски черных металлов применяются глифталевая ГФ-020 и пентафталевые ПФ-020, ПФ-033 и ПФ-099 грунтовки.

Шпатлевкой устраняются неровности в виде выемок, вмятин, глубоких царапин и тому подобных дефектов. При шпатлевке с помощью шпателя, имеющего вид скребка, выемки заполняются густой массой, затвердевающей при высыхании. Толщина каждого слоя шпатлевки не должна превышать 0,5 мм, а общая — 1—1,5 мм. Каждый слой шпатлевки необходимо высушить до нанесения следующего. В производстве используются пентафталевые ПФ-002, нитроцеллюлозные НЦ-007 и НЦ-008 и другие шпатлевки,

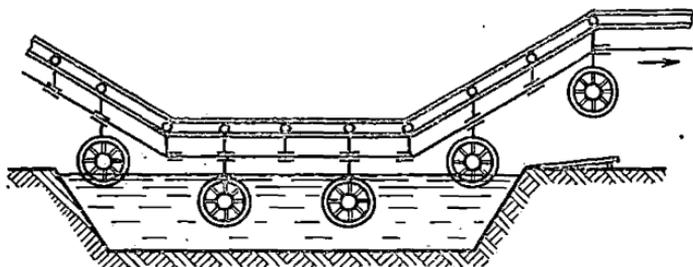


Рис. 119. Перемещение деталей на конвейере при окраске.

Окраска тракторов, сельскохозяйственных машин и автомобилей обычно производится эмалями: пентафталевыми ПФ-133; алкидно-акриловыми АС-182 и этирфталевыми ЭТ-199. Для окраски кабин, крыльев и облицовочных частей тракторов и автомобилей применяются нитроэмали НЦ различных марок, высыхающие за 15—20 мин при температуре 18—23° С. Для доведения краски до нужной рабочей вязкости используются растворители: скипидар, ацетон, уайт-спирит и др.

Окраска может производиться окунанием деталей, струйным обливом, распылением краски, распылением ее в электростатическом поле высокого напряжения, а также нанесением кистью.

Окраска окунанием применяется для деталей простой формы. Детали погружаются в неподвижную ванну в процессе их перемещения на подвесном конвейере (рис. 119). Окраска струйным обливом применяется для крупногабаритных деталей, имеющих большие поверхности, при этом краска подается в виде сплошной струи из шланга или форсунки. В сельскохозяйственном машиностроении окунанием и струйным обливом выполняется около половины всех окрасочных работ.

Окраска распылением с помощью сжатого воздуха является универсальным и доступным методом, но приводит к большим потерям краски.

Окраска в электростатическом поле высокого напряжения основана на том, что к окрашиваемой детали, находящейся под положительным потенциалом высокого напряжения, притягиваются и на ней оседают мелкие частицы краски, несущие отрицательный заряд. При этом методе получается тонкое высококачественное покрытие и экономно расходуется краска.

Нанесение краски кистью в серийном и массовом производствах в основном применяется для покрытия небольших труднодоступных поверхностей.

После окраски изделие подвергается искусственной или естественной сушке. Искусственная сушка может выполняться с помощью воздуха, нагретого до температуры 50—200° С (сушка проводится в закрытых камерах) или с помощью энергии тепла, излучаемого электрическими лампами, установленными в рефлекторах.

ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

По мере износа оборудования увеличивается погрешность обработки, ускоряется износ режущего инструмента, уменьшается производительность труда рабочих в связи с необходимостью более частой поднастройки инструмента, снижения режимов обработки и т. п.

Для поддержания технологического оборудования в работоспособном состоянии должны быть организованы его своевременное техническое обслуживание и ремонт, которые выполняются по единой системе плано-предупредительного ремонта (ППР). Сущность этой системы заключается в том, что периодически, после отработки оборудованием определенного числа часов, производятся профилактические осмотры и различные виды плановых ремонтов.

Чередование и периодичность осмотров и ремонтов зависят от назначения оборудования, его конструкции и условий эксплуатации. Предусмотренные системой ППР осмотры и ремонты оборудования выполняются в заранее установленные сроки, указанные в годовом плане. Оборудование останавливают для ремонта, когда оно находится в рабочем состоянии. Плановый принцип вывода оборудования в ремонт позволяет заранее подготовиться к его остановке как ремонтному персоналу, так и производственникам.

Ремонтный персонал, готовясь к ППР, уточняет дефекты и заготавливает запасные узлы и детали, которые могут потребоваться при ремонте. Производственный персонал изыскивает решения, обеспечивающие бесперебойный ход производства в период ремонта оборудования. Такая подготовка позволяет осуществить полный объем ремонтных работ без нарушения производственного ритма.

Все виды ремонта, которым подвергается технологическое оборудование на протяжении срока его эксплуатации, подразделяются на следующие.

Малые ремонты — замена или восстановление сравнительно небольшого числа быстроизнашивающихся деталей и регулирование отдельных механизмов.

Средние ремонты — частичная разборка оборудования, замена значительного числа изношенных деталей, выверка взаимного расположения направляющих, восстановление точностных характеристик.

Капитальные ремонты — комплекс работ, связанных с полной разборкой оборудования, заменой изношенных и ремонтом базовых деталей, полным восстановлением эксплуатационных характеристик.

Разработка графиков периодичности работ по обслуживанию и ремонту технологического оборудования ведется с учетом структуры межремонтных циклов, продолжительности и категории сложности ремонта, норм продолжительности простоя оборудования.

Межремонтный цикл — период работы оборудования (в часах) между двумя капитальными ремонтами или между вводом в эксплуатацию и первым капитальным ремонтом.

Межремонтный период — продолжительность работы оборудования (в часах) между двумя очередными плановыми ремонтами.

Межосмотровый период — продолжительность работы оборудования (в часах) между двумя очередными осмотрами или осмотром и ремонтом.

Структура межремонтного цикла — порядок чередования ремонтов и периодических осмотров — одина для оборудования одного типа. Длительность межремонтного цикла, межремонтных и межосмотровых периодов зависит от условий работы оборудования.

Графически структура межремонтного цикла изображается последовательным чередованием букв, условно обозначающих соответствующий вид ремонта или периодический осмотр. Приняты следующие условные обозначения: К — капитальный ремонт, С — средний, М — малый, О — периодический осмотр.

Так, структура межремонтного цикла для легких и средних станков (массой до 10 т) будет выглядеть следующим образом:

К — О — М₁ — О — М₂ — О — С — О — М₃ — О — М₄ — О — К.

Интервалы времени между ремонтными воздействиями определяются типом производства, свойствами обрабатываемых материалов, размерами и точностью оборудования, массой обрабатываемых заготовок, воздействием абразивных частиц и пр. Для предприятий, работающих в две смены, продолжительность межремонтного цикла металлорежущего оборудования принимается 5...6 лет.

Объем работ, необходимых для ремонта того или иного оборудования, определяется категорией ремонтной сложности. Она зависит от сложности и ремонтпригодности оборудования и выражается числом ремонтных единиц. Под ремонтной единицей понимают условную конструкцию, требующую для своего ремонта выполнения определенного объема работ, осуществляемых в заданных организационно-технических условиях.

Для металлорежущего оборудования в качестве эталонной конструкции по сложности и ремонтпригодности принят токарный станок 1К62 с расстоянием между центрами 1000 мм. Он оценивается 11-й категорией ремонтной сложности. Это означает, что для ремонта такого станка потребуется объем работ, соответствующий 11 ремонтным единицам.

Одна ремонтная единица содержит следующие объемы ремонтных работ (в часах) в зависимости от вида ремонта: капитальный — 40, средний — 26, малый — 7, технический осмотр — 1,2.

Для обеспечения бесперебойной работы оборудование необходимо регулярно смазывать и периодически промывать. График смазки должен строиться с учетом годового плана ремонта оборудования, чтобы осмотры и ремонты по возможности совпадали со сменой масла. Периодичность промывки станочного оборудования приведена ниже.

Станки	Продолжительность работы до промывки, ч
Прецизионные	190
Шлифовальные, хонинговальные, заточные	380
Остальные	700—750

Промывка станочного оборудования включает следующие работы: очистку от стружки, грязи, абразивной пыли; проверку и очистку фильтров; очистку ванны, поддонов; продувку маслопроводов; мелкий ремонт арматуры; заправку свежим маслом; протирку сухим обтирочным материалом.

При периодическом осмотре станочного оборудования выполняются такие работы: вскрытие крышек узлов для осмотра; проверка работы механизмов, замена изношенных и сломанных деталей; проверка состояния направляющих станин, кареток, зачистка забоин; регулировка зазоров в суппортах и каретках; регулировка подшипников шпинделя; регулировка фрикционов, подтяжка тормозов; замена (при необходимости) крепежных деталей; мелкий ремонт систем смазки, охлаждения, гидравлики; проверка работы ограничителей, упоров; выявление и занесение в предварительную ведомость дефектов тех деталей, которые требуют замены при ближайшем плановом ремонте.

Во время осмотров устраняют только те неисправности, наличие которых не позволяет нормально эксплуатировать оборудование до ближайшего ремонта. Периодический осмотр проводят станочник и квалифицированный слесарь под контролем механика.

При выполнении среднего и капитального ремонтов станки проверяют на геометрическую и кинематическую точность. Во время малого ремонта и периодического осмотра проверяют их технологическую точность. При этой проверке контролируют только те параметры станка, которые непосредственно влияют на получение необходимой точности обрабатываемых заготовок. Нормы технологической точности определяются не требованиями ГОСТа на изготовление новых станков, а требованиями к точности обработки заготовок.

ЛИТЕРАТУРА

- Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Л., «Машиностроение», 1975.
- Балакшин Б. С. Основы технологии машиностроения. М., «Машиностроение», 1969.
- Гурин Ф. В., Клепиков В. Д., Рейн В. В. Технология авто-тракторостроения. М., «Машиностроение», 1971.
- Демьянюк Ф. С. Технологические основы поточно-автоматизированного производства. М., «Высшая школа», 1968.
- Егоров М. Е., Дементьев В. И., Дмитриев В. Л. Технология машиностроения. М., «Высшая школа», 1976.
- Колев К. С. Технология машиностроения. М., «Высшая школа», 1977.
- Маталин А. А. Точность механической обработки и проектирование технологических процессов. Л., «Машиностроение», 1970.
- Справочник технолога-машиностроителя. Тт. 1 и 2. М., «Машиностроение», 1972.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
--------------------	---

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

<i>Глава 1. Основные понятия и определения</i>	5
1.1. Изделия машиностроительного производства	5
1.2. Производственный и технологический процессы	6
1.3. Типы и организационные формы машиностроительного производства	8
<i>Глава 2. Выбор заготовки. Припуски на обработку</i>	11
2.1. Виды заготовок и их характеристика	11
2.2. Исходные данные для выбора заготовки	14
2.3. Припуски на механическую обработку	15
2.4. Методы определения припусков	16
2.5. Проектирование заготовок	18
<i>Глава 3. Базирование заготовок при обработке на станках</i>	21
3.1. Основные понятия о базах	21
3.2. Принципы постоянства базы и совмещения баз	23
3.3. Выбор баз	24
<i>Глава 4. Точность механической обработки</i>	25
4.1. Погрешности обработки и их классификация	25
4.2. Влияние различных технологических факторов на точность обработки	28
4.3. Экономическая точность обработки	37
<i>Глава 5. Качество обработанной поверхности</i>	38
5.1. Понятие о качестве обработанной поверхности	38
5.2. Влияние технологических факторов на шероховатость поверхности	41
5.3. Выбор метода окончательной обработки и контроль качества обработанной поверхности	42

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

<i>Глава 1. Основные принципы проектирования технологических процессов</i>	44
--	-----------

1.1. Методы построения технологических процессов	44
1.2. Конструктивно-технологическая классификация деталей	47
1.3. Типизация технологических процессов и групповые наладки станков	48
<i>Глава 2. Основы технического нормирования</i>	<i>49</i>
2.1. Техническая норма времени и ее составляющие элементы	49
2.2. Определение элементов штучного времени	51
2.3. Методы определения нормы времени	53
<i>Глава 3. Технологичность конструкций деталей и машин</i>	<i>55</i>
3.1. Понятие о технологичности конструкций	55
3.2. Показатели оценки технологичности	56
3.3. Методы достижения технологичности конструкций	58
<i>Глава 4. Проектирование технологических процессов механической обработки деталей</i>	<i>60</i>
4.1. Исходные данные для проектирования	60
4.2. Порядок разработки технологических процессов	61
4.3. Разработка маршрутной технологии	62
4.4. Разработка операционной технологии	63
4.5. Технологическая документация	65
4.6. Техничко-экономические показатели технологического процесса	67
<i>Глава 5. Проектирование технологической оснастки</i>	<i>69</i>
5.1. Классификация приспособлений	69
5.2. Приспособления для токарных и шлифовальных станков	71
5.3. Приспособления для сверлильных станков	76
5.4. Приспособления для фрезерных станков	81
5.5. Технический и экономический расчеты приспособлений	83
5.6. Проектирование режущего и измерительного инструмента.	85

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

<i>Глава 1. Обработка деталей класса «круглые стержни»</i>	<i>88</i>
1.1. Классификация валов	88
1.2. Предварительная обработка заготовок валов	89
1.3. Обработка валов на токарных станках	91
1.4. Обработка различных конструктивных элементов валов.	93
1.5. Чистовая и финишная обработка валов	96
1.6. Контроль валов	97
<i>Глава 2. Обработка деталей класса «полые цилиндры»</i>	<i>105</i>
2.1. Классификация деталей класса «полые цилиндры»	105
2.2. Обработка втулок	106
<i>Глава 3. Обработка деталей класса «диски»</i>	<i>111</i>
3.1. Классификация деталей класса «диски»	111
3.2. Обработка шкивов и маховиков	111

3.3. Обработка цилиндрических зубчатых колёс	119
3.4. Обработка конических зубчатых колёс	129
3.5. Контроль зубчатых колёс	137
3.6. Обработка червяков и червячных колёс	138
Глава 4. Обработка деталей класса «корпусные детали»	142
4.1. Классификация и обработка корпусных деталей	142
4.2. Контроль корпусных деталей	150
Глава 5. Обработка деталей классов «некруглые стержни» и «крепежные детали»	151
5.1. Классификация и обработка деталей класса «некруглые стержни»	151
5.2. Характеристика крепежных деталей	152
5.3. Изготовление болтов, винтов и шпилек	153
5.4. Изготовление гаек и шайб	154
Глава 6. Изготовление типовых деталей двигателей	156
6.1. Изготовление блоков цилиндров	156
6.2. Изготовление головок цилиндров	158
6.3. Изготовление гильз цилиндров	161
6.4. Изготовление шатунов	164
6.5. Изготовление коленчатых валов	168
6.6. Изготовление распределительных валов	173
6.7. Изготовление поршней	177
6.8. Изготовление поршневых колец	181
6.9. Изготовление клапанов	185
6.10. Мойка деталей	186
Глава 7. Изготовление деталей рабочих органов и трансмиссий сельскохозяйственных машин	187
7.1. Характеристика деталей	187
7.2. Изготовление зубьев и штифтов	188
7.3. Изготовление дисков	189
7.4. Изготовление лемехов, отвалов, полевых досок плугов и лап культиваторов	190
7.5. Изготовление сегментов и вкладышей режущих аппаратов	195
7.6. Изготовление семяпроводов	198
7.7. Изготовление звеньев цепей	199
7.8. Изготовление звездочек	201
7.9. Изготовление шнеков	202
7.10. Изготовление коленчатых осей и валов	204
7.11. Изготовление крестовин	206
7.12. Изготовление пружин и рессор	208

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Глава 1. Основные понятия о технологических процессах сборки	213
1.1. Классификация сборочных единиц в сельскохозяйственном машиностроении	213
1.2. Разработка технологического процесса сборки	215

<i>Глава 2. Сборка типовых соединений</i>	219
2.1. Сборка подвижных и неподвижных соединений	219
2.2. Сборка типовых элементов сборочных единиц	222
2.3. Сборка подшипниковых узлов	222
2.4. Сборка зубчатых и червячных передач	223
2.5. Сборка цепных передач	228
2.6. Сборка клиноременных передач	229
2.7. Сборка прокладочных соединений	231
2.8. Механизация и автоматизация слесарно-сборочных работ	232
<i>Глава 3. Сборка сельскохозяйственных орудий агрегатов и машин</i>	237
3.1. Сборка сельскохозяйственных орудий	237
3.2. Сборка двигателей	241
3.3. Общая сборка машин	244
3.4. Обкатка и испытания машин и агрегатов	245
3.5. Окраска машин	247
<i>Приложение</i>	249
<i>Литература</i>	252

Анатолий Алексеевич Зуев
Давид Файвушевич Гуревич

ТЕХНОЛОГИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Редактор *В. А. Дубровский*
Художественный редактор *З. П. Зубрилина*
Технический редактор *Н. А. Никонова*
Корректор *А. И. Кудряцева*

ИБ № 1637

Сдано в набор 11.12.79. Подписано к печати 13.06.80. Т-11345. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 13,44. Уч.-изд. л. 13,4. Изд. № 251. Тираж 17000 экз. Заказ № 209. Цена 70 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Колос», 107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спаская, д. 18

Владимирская типография «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли 600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7