

**A.A.MUXITDINOV, O.K.ADILOV,
B.Ya. BEGMATOV, Sh.A.SUVANQULOV,
G'.G'.EGAMNAZAROV, J.N.ABDUNAZAROV**

AVTOMOBILLARNING EKSPLUATATSION XUSUSIYATLARI NAZARIYASI



O'QUV QO'LLANMA



**A.A.Muxitdinov, O.K.Adilov, Sh.A.Suvanqulov, B.Ya.Begmatov.,
G'.G'.Egamnazarov., J.N.Abdunazarov** **Avtomobilning ekspulatasiyaviy
xususiyatlar nazariyasi [Matn] (o'quv qo'llanma) – Jizzax - 2019. – 148 bet.**

O'quv qo'llanmada o'lchagich va ko'rsatkichlar, tortish tezlik xususiyati. Avtomobilga ta'sir etuvchi kuch va momentlar. Dvigatelning tashqi tezlik tavsifi. Atrof muxit muxofazasi. Avtomobilga ta'sir etuvchi qarshilik kuchlari. Kuchlar va quvvatlar balansi. Dinamiklik omili. Avtomobilning dinamik pasporti. Harakat xavfsizliga va Ekologik muammolar. Avtomobilning tezlanishi kabi xususiyatlar o'rganiladi.

O'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan namunaviy dasturi asosida, 5310600 – “Yer usti transport tizimlari va ularning ekspluatatsiyasi” va 5610100- “Xizmatlar sohasi (avtotransport)” ta'lim yo'nalishlari talabalari uchun mo'ljallangan. Shuningdek, o'quv qo'llanmadan soha mutaxassislari va ilmiy izlanuvchilar ham foydalanishlari mumkin.

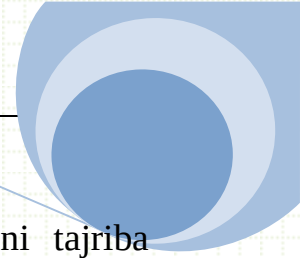
Taqrizchilar:

B.Bozorov – Toshkent avtomobil yo'llarini loyihalasg, qurilish va ekspluatatsiyasi instituti professori, texnika fanlari doktori.

A.T.Egamov – Jizzax folitexnika instituti EUTT kafedrasida dotsent i, texnika fanlari nomzodi , dotsent.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi oliy o'quv yurtlari ilmiy-uslubiy va o'quv-uslubiy birlashmalari faoliyatini muvofiqlashtiruvchi kengashi O'quv qo'llanma sifatida tavsiya etgan.

© **B.Ya.Begmatov.** 2019



ANNOTATSIYA

O'quv qo'llanma transport vositalari ekspluatatsion xususiyatlarini tajriba natijalari bilan tasdiqlangan qonunlarini nazariy keltirib chiqarishni o'z ichiga oladi.

O'quv qo'llanmada transport vositalari ekspluatatsion xususiyatlarining asosiy muammolari, fan va texnikaning hozirgi kun talablari darajasida yoritilgan. O'lhagich va ko'rsatkichlar, tortish tezlik xususiyati. Avtomobilga ta'sir etuvchi kuch va momentlar. Dvigatelning tashqi tezlik tavsifi. Atrof muxit muxofazasi. Avtomobilga ta'sir etuvchi qarshilik kuchlari. Kuchlar va quvvatlar balansi. Dinamiklik omili. Avtomobilning dinamik pasporti. Harakat xavfsizligi va Ekologik muammolar. Avtomobilning tezlanishi etarli darajada mukammal bayon qilingan. Uning har bir bobida masalalar echib ko'rsatilgan va mustaqil echish uchun masalalar, tayanch iboralar va nazorat savollari va topshiriqlar keltirilgan.

O'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan namunaviy dasturi asosida, 5310600 – “Yer usti transport tizimlari va ularning ekspluatatsiyasi” va 5610100- “xizmatlar sohasi (avtotransport)” ta'lim yo'nalishlari talabalari uchun mo'ljallangan. Shuningdek, o'quv qo'llanmadan soha mutaxassislari va izlanuvchilar ham foydalanishlari mumkin.

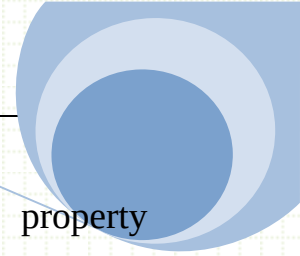


АННОТАЦИЯ

Учебное пособие содержит теоретические выводы законов эксплуатационного свойства транспортного средство действию внешних сил, подкрепленные опытными данными.

В учебное пособие освещены основные вопросы эксплуатационного свойства транспортного средство, отражающие современный уровень науки и техники. Достаточно подробно изложены в удобной для усвоения форме разделы Измерения и показатели, тяговой и скоростной свойство, действию внешних сил и моменты, внешнего скоростного свойство двигателя, сила сопротивления влияния автомобиля, мощностной баланс, динамический баланс, динамический паспорт автомобиля, экологический проблемы и обеспечения безопасности движения. В каждой его главе приведены решенные примеры, задачи для самостоятельного решения, даны ключевые слова и вопросы теста.

Учебное пособие написано на основе типовой программы Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан, в направлении образования 5310600 – “Наземных транспортных системы и их эксплуатации и 5610100 - сервис (автотранспорт), в качестве учебного пособия для студентов университета и высших технических учебных заведений.



THE SUMMARY

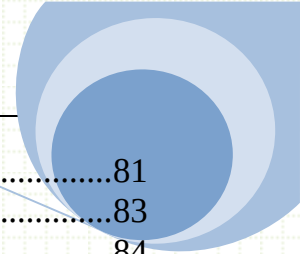
The manual contains theoretical conclusions of laws operational property transport srestvo to action of the external forces, supported with the skilled data.

In the manual osvesheno' the basic questions operational property transport srestvo, reflecting modern uroven sciences and technicians. Sections of Izmekreniya and pokazatelo', traction and skorosnoy property are in detail enough stated in the form convenient for mastering, to action of external forces and the moments, vneshnogo skorosnogo property of the engine, so'la soprativleniya car influences, mohnostnoy balance, dynamic balance, the dynamic passport of the car, ecological problems and movement safety. In its each chapter the solved examples, problems for the independent decision are resulted, keywords and test questions are given.

The manual is written on the basis of the typical program of the Ministry of the higher and average vocational education of Republic Uzbekistan, to a direction of formation 5310600 - "Land transport system and their operation and 5610100 - service (motor transport), as the manual for students of university and the higher technical educational institutions.

MUNDARIJA

Kirish	7
1-§. Harakat tarkibining ekspluatatsiyaviy xususiyatlari	10
1.1. Umumiy ma'lumotlar.....	10
1.2. Ekspluatatsiya xususiyatlarining sinflanishi.	10
1.3. Harakat tarkibining konstruksiyasi va ekspluatatsiya xususiyatlari	16
1.4. Harakat tarkibini ekspluatatsiya qilish sharoitlari.....	17
2-§. Avtomobilga ta'sir qiluvchi kuchlar	20
2.1. Avtomobilni hisoblash modeli.	20
2.2. Transmissiyada quvvatning isrof bo'lishi	22
2.3. Avtomobil g'ildirak radiuslar.....	24
2.4. Avtomobilning tortish kuchi.	26
2.5. Ilashish kuchi. Avtomobilning harakatlanish sharti.....	30
2.6. Qiya yo'lining qarshilik kuchi.....	35
2.7. G'ildirashga qarshilik qiluvchi kuch	35
2.8. Avtomobilning balandlikka chiqishga qarshilik kuchi.	38
2.9. Yo'lining jami qarshiligi	39
2.10. Havoning qarshilik kuchi.	39
2.11. Avtomobilning tezlanishiga qarshilik qiluvchi kuch.	42
2.12. Yo'lining normal reaksiya kuchlari.....	44
3-§. Avtomobilning harakatlanish qobiliyati	46
3.1. Avtomobilning harakatlantiruvchi energiya manbai.....	46
3.2. Avtomobilning umumiy harakat tenglamasi.....	47
3.3. Avtomobilning to'xtovsiz harakatlanish shartlari	48
4-§. Avtomobilning tortish-tezlik xususiyati	50
4.1. Avtomobilning tortish tezlik xususiyatini baholovchi ko'rsatkichlar.....	50
4.2. Avtomobilning kuch va quvvatlar balansi	51
4.3. Avtomobilning dinamik omili	53
4.5. Avtomobilning shig'ov bilan harakatlanishi.....	57
4.6. Avtomobilning salt harakatlanishi	59
4.7. Ekspluatatsiyada uchraydigan faktorlarning tortish dinamikasiga ta'siri	60
5-§. Avtomobilning tormozlanish xususiyati	62
5.1. Tormozlanish xususiyatini baholovchi ko'rsatkichlar	62
5.2. Avtomobilning tormozlanish tenglamasi	62
5.3. Samarali tormozlanish sharti.....	64
5.4. Tormoz kuchlarining o'qlararo taqsimlanishi	64
5.5. Tormozlanish jarayonini tahlil etish.....	65
5.6. Tormozlanish parametrlari	67
5.7. Avtotexnikaviy ekspertiza to'g'risida tushuncha.....	69
5.8. Ekspluatatsiya davrida uchraydigan faktorlarning tormozlanish dinamikasiga ta'siri ...	71
6-§. Avtomobilning boshqariluvchanligi	73
6.1. Boshqariluvchanlikni baholovchi ko'rsatkichlar	73
6.2. Avtomobilning burilib harakatlanish jarayoni	74
6.3. Avtomobilning boshqariluvchanlik sharti.....	76
6.4. Elastik shinali g'ildiraklarning buriluvchanligi	77
6.5. Ekspluatatsiyada uchraydigan faktorlarning boshqariluvchanlikka ta'siri	79
7-§. Avtomobilning turg'unligi	81
7.1. Turg'unlikni baholovchi ko'rsatkichlar	81



7.2. Avtomobilning burilishdagi turg'unligi	81
7.3. Avtomobilning nishab yo'ldagi turg'unligi	83
7.4. Ekspluatatsiyada uchraydigan faktorlarning avtomobil turg'unligiga ta'siri	84
8-§. Avtomobilning o'tuvchanligi.....	87
8.1. O'tuvchanlikni baholovchi ko'rsatkichlar.....	87
8.2. Avtomobilning profil o'tuvchanlik parametrlari.....	89
8.3. Avtomobilning tayanch o'tuvchanlik parametrlari	90
8.4. Avtomobil konstruktiv xususiyatlarining o'tuvchanlikka ta'siri	93
8.5. Ekspluatatsiyada uchraydigan faktorlarning avtomobil o'tuvchanligiga ta'siri.	95
9-§. Avtomobilning yurish ravonligi.....	97
9.1. Yurish ravonligini baholovchi ko'rsatkichlar	97
9.2. Avtomobilning tebranish parametrlari	98
9.3. Tebranishdagi titrash va shovqin.....	99
9.4. Yurish ravonligiga ta'sir qiluvchi omillar.....	100
9.5. Ekspluatatsiyada uchraydigan faktorlarning avtomobilning yurish ravonligiga ta'siri	102
10-§. Avtomobilning yonilg'i tejamkorligi.....	104
10.1. Yonilg'i tejamkorligini baholovchi ko'rsatkichlar.....	104
10.2. Avtomobilning yonilg'i sarfi parametrlari	104
10.3. Yonilg'ining iqtisodiy xarakteristikasi.....	105
10.4. Yonilg'i sarfi normalari.....	107
10.5. Yonilg'i tejamkorligiga ta'sir qiluvchi omillar	109
11.1. Harakat xavfsizligiga ta'sir etuvchi asosiy faktorlar.....	112
11.2. Harakat xavfsizligining turlari	112
11.3. Avtomobil harakat xavfsizligining ekspluatatsion xususiyatlarga bog'liqligi.....	113
11.4. Ekspluatatsiyada uchraydigan faktorlarning avtomobil harakat xavfsizligiga ta'siri	114
12-§. Avtopoyezdlar	116
12.1. Avtopoyezdlar to'g'risida tushuncha	116
12.2. Avtopoyezdga ta'sir etuvchi qarshilik kuchlari	117
12.3. Avtopoyezdning tormozlanish dinamikasi.....	118
12.4. Avtopoyezdning yonilg'i tejamkorligi	121
Kurs ishi	122
Foydalanilgan adabiyotlar	147



Kirish

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M.Mirziyoyev ta'kidlaganidek, Mustaqillik yillarida mamlakatimizda barcha jabhalarda ulkan o'zgarishlar ro'y berdi, O'zbekiston dunyo hamjamiyatida o'z munosib o'rnini topdi, barcha sohalarda katta yutuqlarga erishmoqda. Istiqlol bergan ulkan imkoniyatlardan biri, shubhasiz, mamlakatimizda avtomobilsozlik sanoatiga asos solinganidir.

Hozirgi kunda O'zbekiston Respublikasi jahondagi avtomobilsozlik sanoati rivojlangan nufuzli davlatlar qatoriga kiradi. Sababi, Respublikada chet el firmalari bilan hamkorlikda turli xil rusumdagi avtomobillar ishlab chiqaruvchi bir qator zamonaviy avtokorxonalar barpo etilib, jahon andozalariga mos keluvchi, asosan yo'lovchilar tashishga, qisman yuklarga mo'ljallangan avtomobillar o'z xaridorlariga ega bo'lmoqda.

Bundan tashqari, kelajakda O'zbekiston o'zining xususiy markasiga ega bo'lgan va xorijiy avtomobil rusumlari bilan ijobiy jihatlari orqali raqobatlasha oladigan harakat tarkibi tizimini yaratishga bel bog'lagan. Shu bilan birga xalq xo'jaligi va shaxsiy foydalanishda bo'lgan harakat tarkibi ma'lum yo'l masofasini bosib o'tgach, ularga texnik xizmat ko'rsatish va joriy ta'mirlash jarayoni samaradorligini oshirish, ularning ekspluatatsiyaviy va iqtisodiy ko'rsatkichlarini bir maromda ushlab turish ham avtomobilchilar oldida turgan dolzarb vazifalar qatoriga kiradi.

Shuning uchun ham mamlakatimizda «Ta'lim to'g'risidagi» qonun va «Kadrlar tayyorlash milliy dasturi» ning qabul qilinishi barcha sohalar kabi transport yo'nalishi bo'yicha o'qitiladigan fanlarning o'quv dasturlari va ish rejasini zamonaviy talablar asosida qayta tuzishni talab etadi.

Mazkur «Avtomobillarning ekspluatatsiyaviy xususiyatlar nazariyasi» o'quv qo'llanma 5310600 - Yer usti transport tizimlari va ularning ekspluatatsiyasi (avtotransport) bakalavr yo'nalishi mutaxassisligi uchun Davlat ta'lim standartiga mos ravishda yozilgan.

Ma'lumki avtomobillarning tuzilishi, ekspluatatsiyasi, ularga texnik xizmat ko'rsatish va joriy ta'mirlash bo'yicha davlat tilida bir qancha o'quv darsliklari, qo'llanmalar va ma'ruza matnlari yaratilgan bo'lib, avtomobillarning ekspluatatsiyaviy xususiyatlar nazariyasi bo'yicha yangi dasturga mos, talabalar tushunishi va qabul qilishi yengil kechadigan mukammal o'quv darsligi ishlab chiqilmagan.

Mazkur o'quv qo'llanmaning asosiy maqsadi talabalarni avtomobillar harakat tarkibining ekspluatatsiya jarayonidagi nazariy masalalari bilan batafsil tanishtirish,



hamda ularga ilmiy tadqiqot natijalarini e'tiborga olgan holda loyihaviy hisoblarni bajarish yo'l yo'riqlarini o'rgatishdan iboratdir.

O'quv qo'llanma to'qqiz Mavzudan iborat bo'lib, ilgari yaratilgan adabiyotlardan farqli o'laroq, har bir Mavzuning mavzusi va mazmuni o'zgartirilib, ilmiy yangilik va ma'lumotlar bilan boyitildi hamda murakkab matematik bog'liqliklarni keltirib chiqarishdan voz kechilib ularning asosiy mag'zi izohlab berildi va amaliy masalalar yechish bilan mustahkamlandi. Shu bilan birga ilgari e'tiborga olinmagan avtomobillarning xavfsizligi va ekologiyasiga doir nazariy masalalar qo'llanma tarkibiga kiritildi.

Dastlab avtomobilning umumiy hisoblash modeli tuzilib, unga ta'sir etuvchi kuch omillari ketma-ketlik prinsipi asosida izohlab berildi. So'ngra avtomobilning harakatlanish qobiliyatini ta'minlovchi nazariy munosabatlar batafsil yoritildi. To'rtinchi Mavzudan boshlab esa avtomobillarning har bir alohida ekspluatatsiyaviy xususiyatlari, ularni baholovchi ko'rsatkichlar, o'zaro aloqadorlik shartlari va tenglamalari, ulardan olingan natijalar tahlili va har bir xususiyatga ta'sir qiluvchi omillar tartibi bilan tushuntirib berildi.

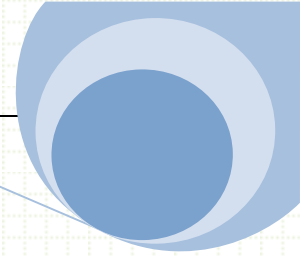
Har bir Mavzuda talabanning o'zlashtirish darajasini aniqlovchi savollar majmuasi ishlab chiqildi.

Avtomobilning harakat qonuniyatlarini birinchi bo'lib N.E.Jukovskiy "Avtomobilning burilishdagi harakat nazariyasi"ga bag'ishlangan ilmiy ishi bilan boshladi. 1921 yilda "Avtomobil va avtomotor ilmiy tekshirish instituti" tashkil etilib, avtomobilni tadqiq qilish va sinash ishlari planli ravishda yo'lga qo'yildi. Avtomobil nazariyasiga oid asosiy ishlarni akademik E.A.Chudakov yozgan. U avtomobilning yonilg'i sarflash tejamliligi va turg'unligi kabi ekspluatatsion xususiyatlarini birinchi bo'lib ishlab chiqdi. Avtomobilning yonilg'i sarflash tejamliligini rivojlantirishda B.S.Falkevich, N.K.Kulikovning xizmatlari katta. YA.M.Pevznerning "Avtomobilning turg'unligi nazariyasi" kitobi shu sohadagi ilmiy tadqiqotlarga asos solgan. avtomobilni tormozlash masalalarini N.A.Buxarin, A.B.Gredeskul, yurish ravonligini R.V. Rotenberg, burilishdagi harakat masalalarini A.S.Litvinov tadqiqot etdi, YA.X.Zakin esa avtomobil poyezdlarining ekspluatatsion xususiyatlarini mukammal o'rgandi.

Ma'lumki, har qanday nazariya tajriba bilan chambarchas bog'liq bo'lgandagina muvaffaqiyatli rivojlanadi. G.V.Kramarenko, L.L.Afanasev, D.P.Velikanov va V.A.Ilarionovlar avtomobil nazariyasini real sharoitda qo'llash borasida tadqiqot ishlari olib bormoqdalar.



Avtomobil transport ekspluatatsion xususiyatlar sohasi bo'yicha vatanimizdagi quyidagi olimlarimiz o'z hissalarini qo'shib kelishmoqda: akademik O.U.Salimov, akademik S.M.Qodirov, t.f.d professor A.A.Muxitdinov, t.f.n. dotsent E.A.Fayzullaev, t.f.n. dotsent J.R.Qulmuxammedov, t.f.n. dotsent T.Abdulazizov, p.f.n. dotsent S.A.Usmanov, t.f.n. dotsent O.K.Adilov, B.Ya.Begmatovlar davr taraqqiyoti bilan birga odimlab yangi texnologiyalarni yaratish borasida ishlar olib borishmoqda.



1-§. Harakat tarkibining ekspluatatsiyaviy xususiyatlari

1.1. Umumiy ma'lumotlar.

Harakat tarkibining asosi hisoblangan avtomobilning vazifasi yuk va yo'lovchilar tashish jarayonini iqtisodiy, ekologik va xavfsizlik nuqtai nazardan samarali ta'minlanishdan iboratdir. Buning uchun birinchi galda avtomobilning texnik jihatdan sifatli va foydali bo'lishi talab etiladi.

Avtomobilning sifati uning vazifasiga bog'liq holda ma'lum ekspluatatsiyaviy talablarni qondirishga yaroqliligini ta'minlovchi xususiyatlar yig'indisidir. Uning foydaliligi esa umumiy tannarx va sarf xarajatning past bo'lib, tashishdagi mehnat unumdorligining yuqori bo'lishi bilan baholanadi.

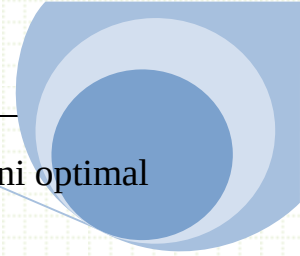
Avtomobil transporti vositalari turli tuman ekspluatatsiyaviy sharoitlarga tez va onson moslasha olishi uchun, uning qaysi bir ekspluatatsiyaviy xususiyatlari muhim ahamiyatga ega ekanligini aniqlash mutaxassisdan yuqori bilim va malaka talab etadi. Transport ekspluatatsiyasi bilan shug'ullanuvchi mutaxassis turli rusumdagi avtomobillarning xususiyatlaridan yetarlicha habardor bo'lsa, avtomobillar ichida tashish xarakteri va sharoitiga moslarini tanlab olish, tashishning eng maqbul rejasini ishlab chiqish, loyihada ko'zda tutilgan bir qator xususiyatlarni ish jarayonida bir me'yorda saqlash kabi vazifalarni ilmiy jihatdan tashkil eta oladi.

Avtomobil texnikasining rivojlanishi uning ekspluatatsiyaviy xususiyatlarini o'rganuvchi ilmiy manbalarning mukammalashib borishiga bog'liq. Jumladan, har bir konstruktsiyaning ekspluatatsiya talablariga mos kelishi avtomobil texnikasining yangi bosqichga ko'tarilishini ta'minlaydi. Shuning uchun ham avtomobil transporti sohasida faoliyat yuritayotgan ilmiy-tadqiqot bo'linmalari, loyiha konstruktorlik byurolari, tegishli oliy o'quv yurtlaridagi olimlar va tadqiqotchilar mamlakatda avtomobil ekspluatatsiyaning o'ziga xos xususiyatlarini o'rganib, ilg'or avtotransport korxonalari, muhandis texnika hodimlari va haydovchilarning tajribalarini umumlashtiradilar, yangidan yaratiladigan yoki o'zgariladigan transport vositalari uchun zarur talablar ishlab chiqadilar, avtomobil nazariyasining asosiy qoidalarini mukammallashtirish va ularni aniq ekspluatatsiya bilan bog'liq amaliy masalalarga tadbiq etish ustida ishlaydilar.

1.2. Ekspluatatsiya xususiyatlarining sinflanishi.

Avtomobilning ekspluatatsion xususiyatlari nazariyasi transport harakat qonunlari va ekspluatatsion xususiyatlarini o'rganuvchi fan bo'lib nazariy mexanika, mashina va mexanizm nazariyasi, materiallar qarshiligi kabi fanlarga asoslangan.

Nazariy izlanishlar va tajriba ma'lumotlari asosida avtomobilning ekspluatatsion xususiyatlariga ta'sir etuvchi faktorlar aniqlanib, avtomobil konstruktsiyasini yanada



takomillashtirish yo'llari topildi, shu bilan birga bu fan yuk tashish jarayonini optimal tashkil etish va maksimal iqtisodiy samara olish masalalarini ham hal qildi.

Avtomobilning ekspluatatsion xususiyatlari nazariyasi uni ishlatish davrida avtomobildan effektiv foydalanish usullarini va konstruksiyasining ekspluatatsion talablarini qanoatlantirish darajasini harakterlab beradi.

Ekspluatatsiyaviy xususiyatlar – bu avtomobilning haqiqiy ish sharoitlariga moslashish darajasini bildiradi hamda ulardan foydalanish qulayligi va samaradorligini aniqlaydi.

Harakat tarkibining, ya'ni avtomobilning ekspluatatsiyaviy xususiyatlarini asosan ikkita guruhga ajratiladi:

- 1) harakat bilan bog'liq xususiyatlar;
- 2) turg'un, ya'ni harakatga bog'liq bo'lmagan xususiyatlar.

Harakat bilan bog'liq bo'lgan birinchi guruh ekspluatatsion xususiyatlarga quyidagi xususiyatlar kiradi:

- ✓ *avtomobilning dinamikligi;*
- ✓ *avtomobilning itoatkorligi;*
- ✓ *avtomobilning foydaliligi;*
- ✓ *avtomobilning yo'llarga moslashuvchanligi.*

Ushbu xususiyatlar birinchi guruh harakat tarkibining asosiy ekspluatatsiya xususiyatlari deyiladi va u quyidagi tartibda o'rganiladi. (1.1-rasm).

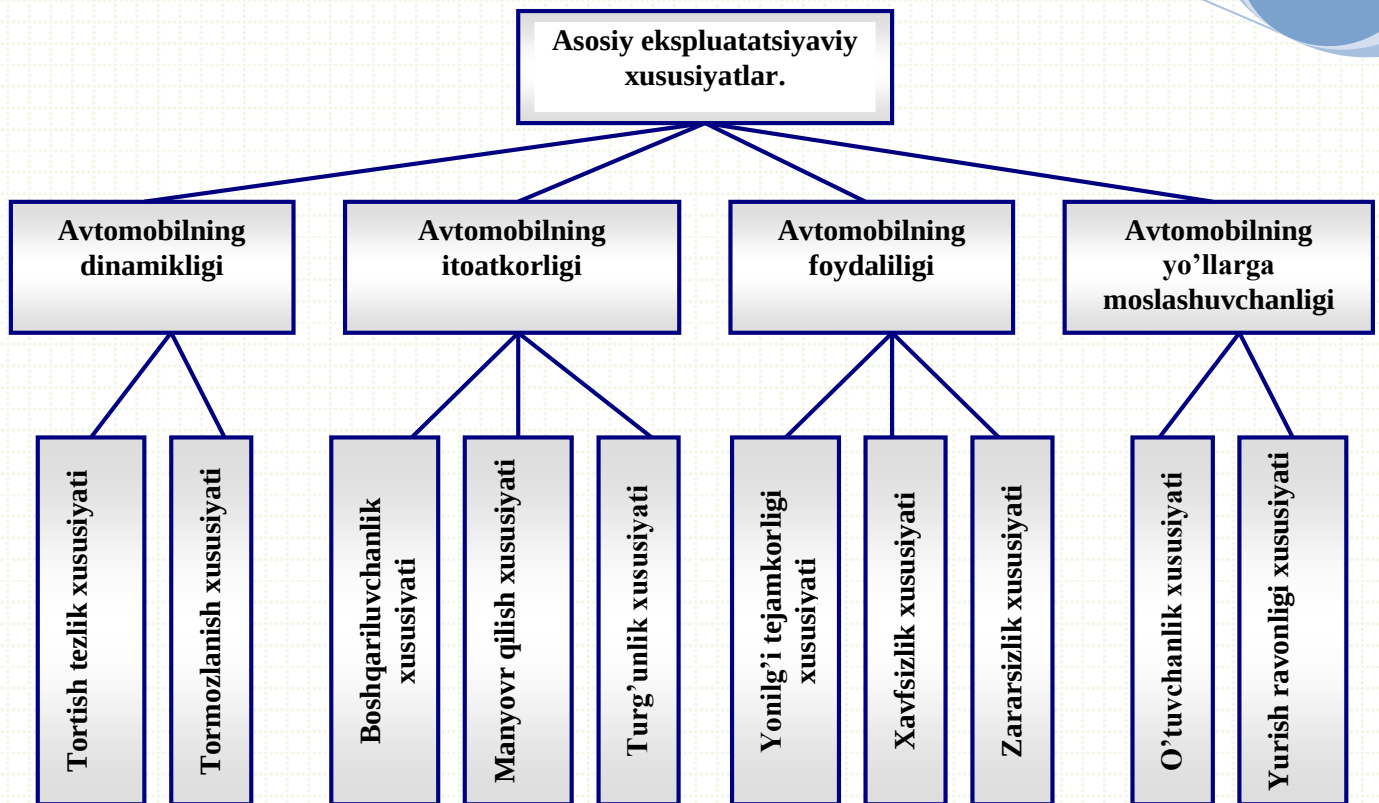
Avtomobilning dinamikligi – mumkin bo'lgan eng katta o'rtacha tezlik bilan yuk va yo'lovchilarni samarali tashish xususiyatidir.

Avtomobilning dinamikligi qanchalik yaxshi bo'lsa, uning tezligini oshirish qobiliyati shunchalik yuqori bo'ladi, o'rtacha harakat tezligi qanchalik katta bo'lsa, yuk tashish uchun shuncha kam vaqt sarflanadi. Avtomobilning dinamikligi uning tortish va tormozlanish xususiyatlariga bog'liq bo'lganligi uchun u tortish va tormozlash dinamikalariga bo'linadi.

Avtomobilning itoatkorligi – haydovchi yoki avtomatik qurilmalar ta'sirida o'z holatini saqlash va maqsadli o'zgartirish xususiyatidir.

Avtomobilning yo'llarga moslashuvchanligi – turli xil toifadagi yo'llar qarshiligini ortiqcha shataksiramasdan, ravon yengib o'ta olish xususiyatidir.

Avtomobilning foydaliligi – boshqa transport vositalariga, atrof muhitga va insonlar salomatligiga zarar yetkazmasdan yuqori iqtisodiy samaraga erishish xususiyatidir.



1.1-rasm. Asosiy ekspluatatsiyaviy xususiyatlar tarmog'i

Harakat tarkibining har bir xususiyati uning vazifasi va ishlash sharoitiga bog'liq holda ta'riflanadi.

Tortish - tezlik xususiyati - harakat tarkibining turli xil yo'l sharoitlarida, ma'lum tortish rejimida harakat tezligining va eng katta tezlanishining o'zgarish sohasini aniqlaydi.

Tormozlanish xususiyati - harakat tarkibining yo'l sathiga nisbatan qo'zg'almasligini ta'minlashdagi va har xil yo'l sharoitlarida tormozlanishdagi eng katta sekinlanishini aniqlaydi.

Boshqaruvchanlik - haydovchining rul boshqarmasiga ta'sir qilishi tufayli harakat tarkibi harakat parametrlarining o'zgarish va saqlanish xususiyatidir.

Manevr qilish - harakat tarkibining kichik maydonlarda burila olish va yo'l gabaritlariga mos kelish xususiyatidir.

O'tuvchanlik (o'tag'onlik) – avtomobilning og'ir yo'l sharoitlarida va yo'lsiz joylarda to'xtovsiz yura olish xususiyatidir. Bu ekspluatatsion xususiyat ayniqsa qishloq xo'jaligida, o'rmon sanoatida, qurilishlarda va karerlarda ishlovchi avtomobillar uchun ta'lluqlidir.

Turg'unlik xususiyati deb, harakat tarkibining yonaki surishga, ag'darishga va sirpanishga qarshilik ko'rsata olishi hamda harakat trayektoriyasini saqlay olish



qobiliyatiga aytiladi. Turg'unlik ham boshqa xususiyatlar kabi harakat xavfsizligini ta'minlashda katta ahamiyatga ega.

Yurish ravonligi - harakat tarkibining notekis yo'llardan, belgilangan tezlik bilan kuzovni ortiqcha tebranmasdan harakatlanish xususiyatidir. Avtomobilning yurish ravonligi o'rtacha harakat tezligiga, yukning shikastlanmasdan manzilga yetkazilishiga, avtomobilda yurishning qulayligiga, haydovchi va passajirlarning charchashiga katta ta'sir ko'rsatadi.

Yonilg'i tejamkorligi - harakat tarkibining yonilg'ini kam sarflab, ko'proq transport ishini bajarish xususiyatidir, ya'ni harakat jarayonida yoqilgan yonilg'i energiyasidan maksimal foydalanish xususiyatiga aytiladi.

Havfsizlik - harakat tarkibining haydovchi tomonidan yuk va yo'lovchilarni yo'l transport hodisalarisiz tashish xususiyatidir.

Zararsizlik – harakat tarkibining atrof muhitga ishlatilgan gaz chiqindilari va shovqin bilan eng kam ta'sir etish xususiyatidir.

Ikkinchi guruhga mansub ekspluatatsiyaviy xususiyatlar harakat tarkibini ko'proq sof konstruksiyaviy jihatdan baholaydi va bu xususiyatlar, asosan, avtomobillarni hisoblash va loyihalash jarayonida e'tiborga olinadi.

Ikkinchi guruh quyidagi xususiyatlarni o'z ichiga oladi:

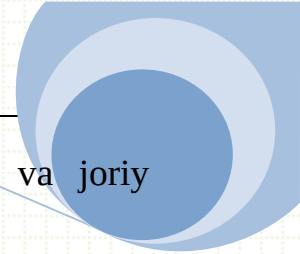
- ✓ *sig'imlilik,*
- ✓ *ishonchlilik,*
- ✓ *buzulmaslik,*
- ✓ *chidamlilik,*
- ✓ *texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlashga yaroqlilik,*
- ✓ *saqlanuvchanlik,*
- ✓ *ortish-tushirish ishlariga moslashuvchanlik.*

Avtomobillarning harakatlanishiga bog'liq bo'lmagan ekspluatatsiyaviy xususiyatlar, ularni konstruktiv loyihalash jarayonida e'tiborga olinadi.

Sig'imlilik - harakat tarkibining bir vaqtda tashiladigan yuk va yo'lovchilarning joylashishini ta'minlash xususiyatidir.

Ishonchlilik - harakat tarkibining ma'lum ekspluatatsiya sharoitlarida o'z vazifalarini normal bajarishini ta'minlash xususiyatidir. Ishonchlilik avtomobilning butun ekspluatatsiya davri davomida talab qilingan sifat ko'rsatkichlarini saqlab qolish xususiyatini bildiradi. Ishonchlilik muammosining xususiyati - uning mashinani loyihalash, ishlab chiqarish va undan foydalanish bosqichlari bilan bog'liqligidadir.

1-bosqich. Mashinani loyihalayotganda va hisob-kitob qilayotganda ishonchlilikka asos solinadi, u transport vositasi va uzellarining konstruksiyasi,



materiallar, moylash va sovitish tizimlari, texnik xizmat ko'rsatish va joriy ta'mirlashga moyilligi va boshqa konstruktiv xususiyatlarga bog'liq.

2-bosqich. Mashinani ishlab chiqarayotganda ishonchlilik ta'minlanadi va u tayyorlangan detallar, chiqarilayotgan maxsulotni nazorat qilish usullari, mashinani yig'ish va sinash sifatlariga bog'liqdir.

3-bosqich. Transport vositasini ekspluatatsiya qilayotganda uning ishonchliligi amalda namoyon bo'ladi, bular buzilmasdan ishlash va chidamlilik ko'rsatkichlaridir. Ular transport vositasini ekspluatatsiya qilish usul va sharoitlariga, texnik xizmat ko'rsatish va joriy ta'mirlash usullariga agregatlarning ish rejimlariga va boshqa ekspluatatsiya omillariga bog'liq.

Chidamlilik deb transport vositasining o'z ishlash qobiliyatini chegaraviy holatgacha (hisobdan chiqarilguncha) saqlash xususiyatiga aytiladi. Bunda texnik xizmat ko'rsatish va joriy ta'mirlash ma'lum belgilangan tizim bo'yicha amalga oshiriladi.

Chidamlilik ko'rsatkichlari:

Xizmat muddati – transport vositasining chegaraviy holatgacha ishlash taqvimiy davomiyligini ko'rsatadi. Transport vositasining xizmat muddati fizik va ma'naviy eskirishlari bo'yicha aniqlanadi.

Transport vositasining **fizik eskirishi** natijasida ekspluatatsion sarflar oshib boradi. Shu sababli transport vositalarini o'z vaqtida hisobdan chiqarish maqsadga muvofiq.

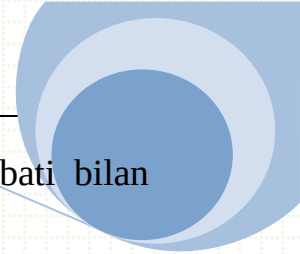
Transport vositasining **ma'naviy eskirishi** uning ishonchlilik xususiyati ko'rsatkichlarining va samaradorligining pasayib ketishi hamda sarf-xarajatlarning o'sib ketishi bilan bog'liqdir.

Resurs - transport vositasining texnik xujjatlarda belgilangan chegaraviy holatigacha yuradigan yo'li yoki buzilishlarsiz ishlash vaqtlarining yig'indisidir.

Buzilmaslik – harakat tarkibining ma'lum vaqt yoki masofani o'tishi davomida o'zining ishlash qobiliyatini uzluksiz saqlash xususiyatidir.

Buzilmaslik ko'rsatkichlari:

Buzilmasdan ishlash ehtimolligi – bu ma'lum ekspluatatsiya sharoitlarida va belgilangan ish davomiyligi chegaralarida buzilishning sodir bo'lmaslik ehtimolligidir. Uning qiymati tasodifiy kattalik bo'lib, unga juda ko'p omillar ta'sir etadi (yo'l sharoitlari, haydov, texnik xizmat ko'rsatish va joriy ta'mirlash sifati va h.k.), shuning uchun uni baholashda ehtimollik tushunchasi ishlatiladi. Buzilmasdan ishlash ehtimolligi $R(L)$ – ma'lum davr yoki o'tilgan yo'l (L) ichida buzilmasdan ishlagan



buyumlar (hodisalar) sonining umumiy buyumlar (hodisalar) soniga nisbati bilan aniqlanadi:

$$R(L) = \frac{N_0 - \sum m(L)}{N_0}, \quad (1.1)$$

bu yerda: N_0 – kuzatuvga olingan buyumlar soni, dona;

$\sum m(L)$ – kuzatuv davri (L) masofasi) ichida buzilgan buyumlar soni, dona.

Buzilish ehtimolligi (funktsiyasi) $F(L)$ – buzilmasdan ishlash ehtimolligiga teskari hodisadir.

$$F(L) = 1 - R(L) = \frac{\sum m(L)}{N_0}, \quad (1.2)$$

Texnik xizmat ko`rsatish va ta`mirlashga yaroqlilik – harakat tarkibining texnik xizmat ko`rsatish va joriy ta`mirlash jarayonlarida buzilishi va nosozliklarining oldini olish, aniqlash va bartaraf etishga moyillik xususiyatidir.

Ta`mirlashga moyillikning asosiy ko`rsatkichlari:

- o`rtacha ta`mirlash vaqti;
- mehnat, texnik xizmat ko`rsatish uchun ketgan pul mablag`i sarflarining o`rtacha va solishtirma qiymatlari;
- ishonchlilikning umumiy ko`rsatkichlari;
- texnik tayyorgarlik va texnik foydalanish koeffitsientlari berilgan sharoitdagi ta`mirlash ehtimolligi. Undan tashqari ta`mirlashga moyillikni baholashda boshqa hususiy ko`rsatkichlardan ham foydalansa bo`ladi:
 - transport vositasi yoki agregatdagi ta`sir ko`rsatish nuqtalarining soni; joylashuvi; agregatlarning yengil yechilishi; almashinuvchanlik darajasi; agregat, uzal, detal, tizim, mahkamlov detallarining bixillastirish (unifikatsiya) darajasi.

Saqlanuvchanlik - transport vositasining buzilmasdan ishlashlik, chidamlilik va ta`mirlashga moyillik ko`rsatkichlari miqdorlarini uzoq vaqt saqlash hamda o`zini tashish muddati davomida saqlanib qolishlik xususiyatidir.

Saqlanuvchanlik ko`rsatkichlari:

Saqlanuvchanlik muddati. Buyumning texnik xujjatlarda belgilangan ma`lum sharoitlarda taqvimiy davomiylikdagi saqlanuvchanlik xususiyati.

**Saqlanuvchanlikning o`rtacha muddati** – bir xil turdagi buyumlar saqlanuvchanligi muddatlari yig`indisining o`rtacha qiymati:

$$T_{yp} = \int_0^{\infty} t f_c(t) dt, \quad (1.3)$$

bu yerda: $f_c(t)$ - saqlanuvchanlik muddatining taqsimlanish zichligi, 1G/kun.

Gamma – *foizli saqlanuvchanlik muddati* – buyumning oʻrtacha saqlanuvchanlik muddatidan yuqori belgilangan gamma - foiz boʻyicha aniqlanadigan muddat:

$$\int_{T_{c,\gamma}}^{\infty} f_c(t)dt = \frac{\gamma\%}{100}, \quad (1.4)$$

bu yerda: $T_{c,\gamma}$ - gamma - foizli saqlanuvchanlik muddati, kun.

Bu koʻrsatkichlardan buyumlarning ekspluatatsiyasi jarayonida foydalaniladi, masalan, transport vositasi boʻyicha – uni uzoq muddat davomida saqlashda (konservatsiya qilishda) yoki transportning oʻzini tashish jarayonida materiallar va boshqa buyumlar uchun (moy, texnik suyuqliklar, boʻyoqlar, shinalar, akkumulyator batareyalari va h. k.) – qisqa va uzoq muddatlar davomida saqlashda.

Ortish va tushirish ishlariga moslashuvchanlik - harakat tarkibining ushbu ishlarga eng kam mehnat va vaqt sarflab bajarish xususiyatidir.

Harakat tarkibining ekspluatatsiyaviy xususiyatlari oʻlchagich va koʻrsatkichlar orqali baholanadi.

Oʻlchagich - ekspluatatsiya xususiyatlarining sifatini baholashdagi oʻlcham birligidir.

Koʻrsatkich - ekspluatatsiya xususiyatlarining miqdorini koʻrsatuvchi raqamli birlikdir.

Harakat tarkibining barcha oʻlchagich va koʻrsatkichlari meʼyoriy hujjatlar orqali belgilab qoʻyiladi.

1.3. Harakat tarkibining konstruksiyasi va ekspluatatsiya xususiyatlari

Harakat tarkibining harakatlanishini taʼminlaydigan ekspluatatsiyaviy xususiyatlar avtomobillar, ularning tizim va mexanizmlarining texnik holati va konstruktiv tuzilishi bilan chambarchas bogʻliqdir.

Harakat tarkibining ekspluatatsiyaviy xususiyatlar nazariyasi fanining asosiy vazifasi - avtomobillar konstruksiyasini mukammallashtirish uchun ilmiy asos yaratish hamda ulardan foydalanish samaradorligi va mehnat unumdorligini oshirishdan iboratdir.

Maʼlumki, texnik taraqqiyot, fan, texnika va ishlab chiqarishning oʻzaro uzviy bogʻliqligi bilan belgilanadi. Demak, harakat tarkibining nazariy masalalarini hal etish orqali quyidagilarga erishiladi:

1) avtomobillarning haqiqiy ekspluatatsiya xususiyatlariga obʼyektiv baho beriladi;

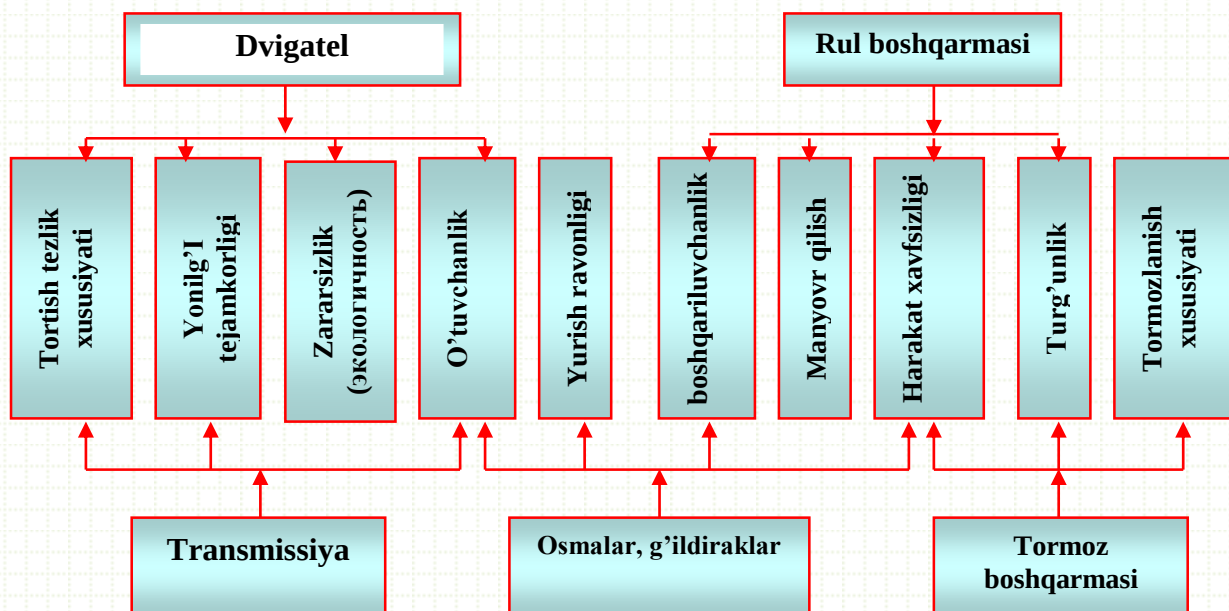
2) yangi avtomobil konstruksiyasini loyihalash uchun texnik talablar ishlab chiqiladi;

3) avtomobillarning eksperimental namunalari bilan sinovlar o'tkazishda ilmiy asoslangan mezonlar aniqlanadi;

4) avtomobillarning mehnat unumdorligini aniqlovchi xususiyat va ko'rsatkichlar uchun davlat andozalari ishlab chiqiladi.

Shunday qilib, harakat tarkibining konstruksiyasi qancha mukammal bo'lsa, uning texnik holati shunchalik yuqori bo'ladi va o'z navbatida ekspluatatsiyaviy xususiyatlar talab darajasida bo'ladi (2-rasm).

1.2 –rasmdan ko'rinadiki, harakat tarkibining besh guruhdan iborat agregat va mexanizmlari ekspluatatsiyaviy xususiyatlarning o'zgarishiga turlicha ta'sir etadi. Jumladan, o'tuvchanlik xususiyatiga dvigatel, transmissiya va osma konstruksiyalari faol ta'sir etsa, harakat xavfsizligi xususiyatiga esa osmadan tashqari rul va tormoz boshqarmalari ham sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin bo'ladi. Zararsizlik xususiyati esa asosan dvigatel konstruksiyasiga bog'liq bo'lsa, qolgan barcha xususiyatlar ikkitadan oshiq bo'lmagan konstruksiya qismlarining faol ta'sirida bo'ladi. Demak,



1.2-rasm. Harakat tarkibining konstruksiyasi bilan ekspluatatsiyaviy xususiyatlar orasidagi funktsional bog'lanish

mukammallashgan, serqatnov yo'llarda harakat xavfsizligini saqlash eng katta muammo bo'lib, ushbu xususiyatning ta'minlanishidan insonlarning sog'ligi va **hayoti, harakat** tarkibining va tashiladigan yuklarning saqlanishi muhofazalanadi.

1.4. Harakat tarkibini ekspluatatsiya qilish sharoitlari.

Harakat tarkibi «*avtomobil – haydovchi – piyoda – yo'l - muhit*» tizimining asosiy bo'g'ini hisoblanib, uning ekspluatatsiya xususiyatlari shu tizimga kiruvchi har

bir tashkil etuvchiga bog'liq bo'ladi. Demak, avtomobillarni qo'llash samaradorligi va sifatini baholovchi ma'lum bir xususiyatning ta'sirchanligi ekspluatatsiya sharoitlariga bog'liq bo'ladi.

Harakat tarkibining ekspluatatsiya sharoitlari deb turli xil tashqi omillar ta'sirida amalga oshiriladigan tashish jarayoni qabul qilinadi.

Ekspluatatsiya sharoitlari uch guruhga ajratiladi:

- 1) *yo'l sharoitlari*;
- 2) *transport sharoitlari*;
- 3) *tabiiy iqlim sharoitlari*.

Yo'l sharoitlari –yo'ning bo'ylama va ko'ndalang elementlari; joy reliefi; yo'l qoplamasining turi va tekisligi; harakat jadalligi; harakatga to'siqlar; yo'l holatining bir xilligi; harakatlanish rejimi.

Yo'l sharoitlari agregat va detallarning ishiga ta'sir etadi, bunda texnik holat parametrlarining o'zgarish jadalligi tezlanishi yoki sekinlanishi mumkin. Ular transport vositasining ish tartibotini belgilaydi, bu esa ishonchlilikka ta'sir etadi. Yo'l sharoitlari yo'ning texnik toifasi, yo'l qoplamasining turi va sifati, transport vositasi harakatiga ko'rsatadigan qarshiligi, yo'ning eni, burilishlarning radiuslari, ko'tarilishi va nishabligi bilan belgilanadi.

Avtomobil yo'llari butun uzunligi, yo'l ayrim qismlarining xalq ho'jaligidagi ma'muriy ahamiyati va vazifasiga ko'ra belgilanishiga qarab darajalarga bo'linadi.

Vazifasiga ko'ra avtomobil yo'llari quyidagicha kategoriyalarga bo'linadi.

1. Halqaro ahamiyatdagi - I-a, I-b, II-a, III-a.
2. Davlat ahamiyatidagi - II-b, III-b, I-a, II-a.
3. Tuman ahamiyatidagi - II-b, III-b.
4. Mahalliy ahamiyatdagi - III-b, IV-b, IV-b, V.

Avtomobil yo'llari xalq xo'jaligida ma'muriy ahamiyati umumtransport ahamiyatidagi transport ishiga bog'liq. Avtomobillarning yo'llardagi asosiy karakteristikasi qilib, avtomobil yo'lining ma'lum bir kesimidan vaqt birligi oralig'ida o'tayotgan transport vositasiga nisbatan olinadi. Bunga harakat jadalligi deyiladi.

Harakat jadalligi yo'ning turli uchastkalarida bir xil emas ko'pincha harakat jadalligi aholi yashaydigan va korxonalar joylashgan joylarda katta qiymatlarga ega. Harakat jadalligi kunning har xil vaqtida o'zgarib turadi.

Yo`lning darajasi kelajakdagi harakat miqdoriga qarab quyidagi jadvalga asosan qabul qilingan.

Yo`lning darajasi	Hisobiy harakat miqdori, avtG'sutka		
	Yengil avtomobilga keltirilgan	Transport birligi	
		Jami	Shu jumladan g`ildirakli transportlar
I-a	18 mingdan yuqori	9 mingdan yuqori	-
I-b	14 mingdan yuqori	7 mingdan yuqori	-
II-a	6000÷14000	3000÷7000	-
II-b	6000÷14000	3000÷7000	150 va undan ko`p
III-a	2000÷6000	1000÷3000	-
III-b	2000÷6000	1000÷3000	150 va undan ko`p
IV-a	1600÷2000	800÷1000	20 dan ko`p
IV-b	400÷1600	200÷800	20 dan ko`p
V	400 gacha	200 gacha	20 dan ko`p

Ushbu yo`llarni qurishda to`rtta asosiy turdagi qoplamalar ishlatiladi:

- 1) kapital (tsementbetonli va asfaltbetonli) – I – II toifali yo`llar uchun;
- 2) yengil (asfaltbeton va kauchuk qorishmali)- III-V toifali yo`llar uchun;
- 3) o`rta (shag`alli, graviyli) –IV - V toifali yo`llar uchun;
- 4) past (zinchlangan va yaxshilangan tuproqli)- V- toifali yo`llar uchun.

Transport sharoitlari –yukning turi; tashish hajmi; yuk jo`natish usuli; tashish masofasi; yuk ortish va tushirish usuli; ish rejimi; tashishni tashkil etish va marshrut turlari; yuk saqlash sharoiti; avtomobillarni texnik xizmat ko`rsatish va ta`mirlash sharoitlari bilan baholanadi. Transport sharoitlari ma`lum bir yukka mo`ljallangan tashish jarayoniga mos keladigan harakat tarkibining ixtisoslashishini ta`minlaydi.

Tabiiy iqlim sharoitlari - mo`tadil, sovuq, issiq va baland tog` iqlimlari. Tabiiy iqlim sharoitlari havoning harorati, atmosfera bosimi, shamolning kuchi va yo`nalishi hamda yog`ingarchilik turlari bilan belgilanadi.

Bu sharoitlar agregatlarning issiqlik va boshqa ish tartibotlariga va demak, ularning texnik holati va ishonchliligiga ta`sir etadi. Past va yuqori haroratlarning ta`siri ostida konstruksion po`latlar, metall qotishmalar, plastmassalar, rezina va boshqa materiallarning fizik-mexanik xossalari o`zgaradi. Moy, yonilg`i, tormoz va amortizator suyuqliklari, elektrolit va boshqalarning fizik-kimyoviy doimiyliklari (konstantalari) iqlim sharoitlari ta`sirida o`zgaradi.

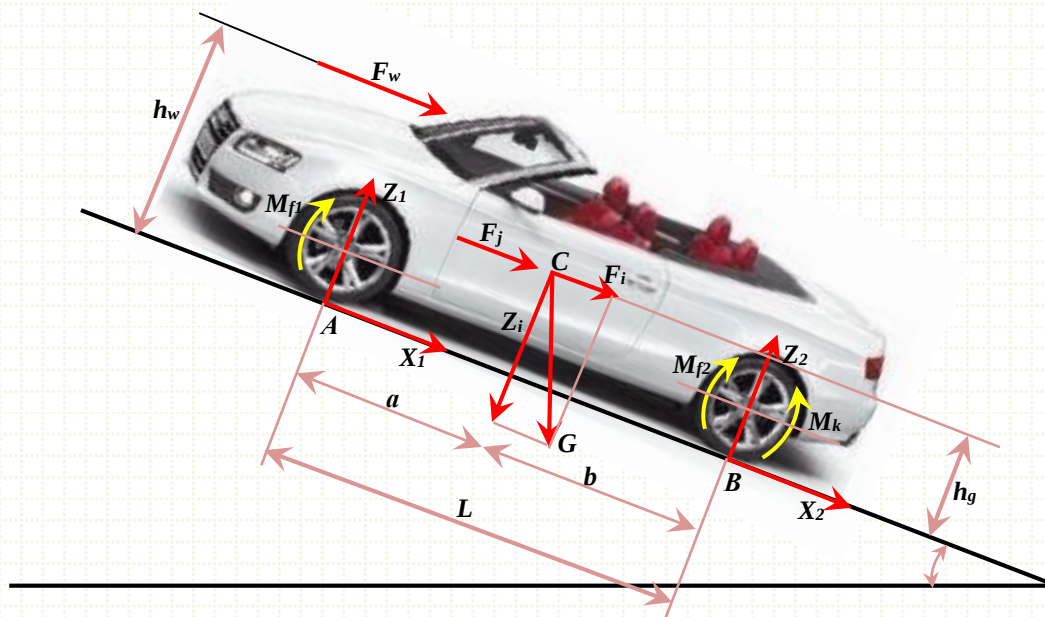
2-§. Avtomobilga ta'sir qiluvchi kuchlar

2.1. Avtomobilni hisoblash modeli.

Avtomobillar ishtirokidagi har qanday harakat tarkibining ekspluatatsiya ko'rsatkichlarini ilmiy jihatdan tahlil qilishda, o'rganilayotgan ob'yektning konstruktiv tuzilishi soddalashtirilgan, printsipl sxemalar orqali ifodalanib, unga ta'sir etuvchi kuchlar va harakat yo'nalishlarini ko'rsatuvchi belgilar maxsus ramziy ishoralar (strelka, qo'yim, shtrix va hokozo) orqali qabul qilinadi.

Avtomobilning umumiy hisoblash modelini tuzishda uning asosan profil tekislikdagi gabarit o'lchamlarga mos ko'rinishi tanlab olinib, kuch va harakat strelkalari qo'yiladigan harakterli nuqtalar belgilab olinadi. Ba'zi hollarda esa masalaning qo'yilishiga qarab avtomobil yoki uning ayrim qismlarining frontal va gorizont tekisliklardagi proyeksiyalari hamda xususiy kesimlarining sxemasi tasvirlanib, zarur belgilanish, o'lcham va kuchlar qo'yib chiqiladi.

Avtomobil har xil kuchlar ta'sirida harakatga keltiriladi. Bu kuchlarni uch guruhga bo'lish mumkin: o'zgarmas kuchlar; avtomobilni harakatlantiruvchi kuchlar; uning harakatiga qarshilik ko'rsatuvchi kuchlar. Umumiy holda, avtomobilga ta'sir etuvchi kuchlar 3-rasmda ko'rsatilgan.



Avtomobillarning tortish dinamikasi masalalarini hal etishda ularning dvigatel, transmissiyasi va g'ildiraklari detallarining nisbiy aylanma harakatlaridan tashqari, qolgan barcha qismlarning bir-biriga nisbatan o'zaro qo'zg'alishi e'tiborga olinmaydi. Bunda avtomobilning massalar markazi yo'l-ning bo'ylama profilini tebranishlarsiz, tekis parallel harakat qilingan holda zabt etadi deb qaraladi.

Avtomobilni hisoblash modeli yo'lning profil kesimiga bog'liq holda uch xil ko'rinishda tanlanadi:



- 1) avtomobilning tekis gorizontal yo`l sathida tinch turgan va harakatlanayotgan holati;
- 2) avtomobilning qiya yo`l sathida tinch turgan va undan tushayotgan holati;
- 3) avtomobilning qiya yo`l sathida tinch turgan va yo`l bo`ylab ko`tarilayotgan holati.

Ushbu holatlar ichida eng umumiy holat sifatida avtomobilning qiya yo`l bo`ylab ko`tarilayotgan harakati qabul qilinadi (3-rasm). Unda avtomobilga ta`sir etuvchi barcha fazoviy kuchlar sistemasi harakat tekisligi bo`yicha ta`sir etadigan va o`zaro bir – biriga parallel bo`lgan kuchlar sistemasi bilan almashtiriladi.

Umumiy harakat paytida avtomobilga ta`sir etuvchi barcha tashqi kuchlarni uch guruhga ajratish mumkin:

- 1) *o`zgarmas kuchlar*
- 2) *harakatlanuvchi kuchlar*
- 3) *harakatga qarshilik qiluvchi kuchlar.*

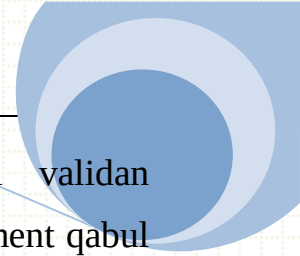
O`zgarmas kuchlarga avtomobilning umumiy og`irlik kuchi G_a , yuk va yo`lovchilarning og`irliklari G_{yok} hamda oldingi va keyingi g`ildiraklardagi z_1 va z_2 vertikal reaksiya kuchlari kiradi.

Harakatlanuvchi kuch asosan avtomobilning yetakchi g`ildiraklaridagi  $F_k$  tortish kuchidan iborat bo`ladi. Agar avtomobil qiya yo`l bo`ylab tushib kelayotgan bo`lsa, u holda qiya yo`lning gorizontal tashkil etuvchisi harakatlantiruvchi kuch vazifasini bajaradi.

Harakatga qarshilik qiluvchi kuchlar quyidagilardan iborat:

- 1) qiya yo`lning gorizontal manfiy tashkil etuvchisi- F_i ;
- 2) havo oqimining umumiy qarshiligi - F_w ;
- 3) g`ildirashga qarshilik qiluvchi kuch - F_f
- 4) tezlanishga qarshilik qiluvchi kuch- F_j ;

Odatda avtomobilning umumiy og`irlik kuchi  $G_a = m_a \cdot g$  (bu yerda  $m_a$  avtomobilning to`la massasi, $g = 9,81 \text{ m/c}^2$) uning og`irlik markazi  $C$  nuqtaga keltirib qo`yilgan bo`ladi. Og`irlik markazining yo`l sathidan balandligi  $h_g$  bilan belgilanadi, uning oldingi va keyingi o`qlargacha bo`lgan masofalari tegishlicha  $a$  va  $b$  orqali belgilanadi. Avtomobil g`ildiraklarining qiya yo`l sathiga ko`rsatadigan bosim kuchlari z_1 va z_2 vertikal reaksiya kuchlari hisoblanib, tegishlicha oldingi va keyingi g`ildiraklarning yo`l sathi bilan ta`sirlashgan  $A$  va  $B$  nuqtalariga qo`yilgan bo`ladi.



Avtomobilni harakatlantiruvchi omil sifatida dvigatel tirsakli validan transmissiya orqali yetakchi g`ildiraklarga olib kelingan  $M_k$  burovchi moment qabul qilinadi va ushbu momentning g`ildirak radiusiga nisbati F_k tortish kuchini beradi. M_k burovchi momentning yo`nalishi avtomobilning harakat yo`nalishi bo`yicha g`ildirak markazi atrofiga qo`yilgan bo`ladi, F_k tortish kuchi esa g`ildirak o`qiga qo`yilgan bo`lib, avtomobil harakat yo`nalishi bo`yicha ta`sir qiladi.

Avtomobil harakatiga qarshilik qiluvchi kuchlar miqdor va xarakter jihatidan turlicha bo`lib,  $F_i$  yo`lning qiyalik kuchi va F_{ja} tezlanishga qarshilik qiluvchi kuch g`ildiraklar bilan yo`l sathi orasiga, F_w havoning qarshiligi esa h_w masofa bilan belgilangan yelkanlik markaziga ta`sir qilib, barcha kuchlarning yo`nalishi yo`l sathi tekisligiga parallel va harakat yo`nalishiga teskari bo`ladi. Ayrim hollarda  $F_f$  qarshilik kuchi o`rniga M_f qarshilik momenti qabul qilinib, g`ildirak markazi bo`yicha M_k foydali momentga teskari yo`nalishda qo`yiladi. x_1 va x_2 gorizonta reaktsiya kuchlari miqdor jihatdan g`ildirashga qarshilik qiluvchi kuchlarning tashkil etuvchilari hisoblanadi.

Yo`lning qiyalik burchagi ∞ orqali belgilanib, qiyalik miqdori i bilan ifodalanadi.

2.2. Transmissiyada quvvatning isrof bo`lishi

Ma`lumki, dvigatel quvvati yetakchi g`ildiraklarga tishlashish mexanizmlari, uzatmalar qutisi, kardanli uzatma, bosh uzatma, yarim o`qlar yordamida uzatiladi. Quvvatning bir qismi agregatlardagi shisternyalar tishlarining ishqalanishiga, podshipniklar, kardan sharnirlari, shesternyalarning moyga ishqalanishiga va uni purkashga sarf bo`ladi. Shunday ekan, dvigatel quvvatining bir qismi yetakchi g`ildiraklarga o`tkazilguncha isrof bo`ladi. Quvvatning isrof bo`lgan qismi transmissiyaning foydali ish koeffitsienti η_{tr} (f.i.k.) orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$\eta_{tr} = \frac{N_k}{N_d} = \frac{N_d - N_{tr}}{N_d} = 1 - \frac{N_{tr}}{N_d} \quad (2.1)$$

yoki

$$\eta_{tr} = 1 - \frac{M_{tr}}{M_d} \quad (2.2)$$

N_{tr} , M_{tr} – quvvat va momentning transmissiyada isrof bo`lgan qismi;  $N_d$ ,  $M_d$  – dvigatelning effektiv quvvati va momenti;  $N_k$  – yetakchi g`ildiraklardagi quvvat.

Quvvatning shesternya, podshipnik, kardan sharniri va boshqa ishqalanuvchi detallarda isrof bo'lgan qismi uzatilgan momentga to'g'ri proporsional bo'lib, shu detallarning aniq ishlashi va yig'ilishiga bog'liq. Agregatlar karterlaridagi moyni purkash uchun sarflangan quvvat yoki moment $M_{x.x.}$ detallarning burchak tezligi, moyning hajmi va qovushqoqligiga bog'liq. Moment $M_{x.x.}$ ning absolyut qiymati tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Aniq bunday qiymatlar bo'lmasa, ularni 4x2 tipidagi avtomobillar uchun quyidagi empirik formuladan aniqlash mumkin:

$$M_{x.x.} = (2 + 0,09 \cdot v_a) \cdot G_a \cdot r \cdot 10^{-3}, \quad H \cdot m \quad (2.3)$$

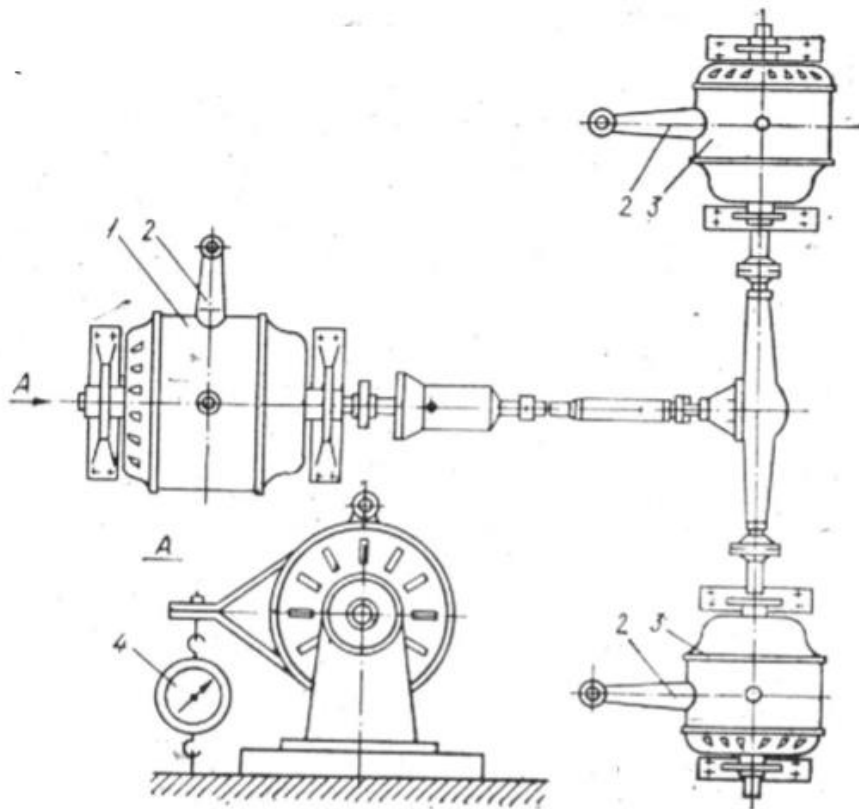
v_a – avtomobilning tezligi; r – g'ildirak radiusi.

4 x 4 tipidagi avtomobillar uchun $M_{x.x.}$ ning bu qiymati 1,5 ... 2 marta, 6 x 6 tipidagi avtomobillar uchun 2 ... 3 marta ko'p bo'ladi.

Transmissiyada isrof bo'lgan quvvatni aniqlash stendi 2-rasmda keltirilgan. Avtomobil transmissiyasiga dvigatel o'niga balansirli elektr dvigatel 1, yarimo'qlarga esa yetakchi g'ildiraklar o'niga balansirli elektr tormozlar 3 ulanadi. Elektr dvigatel va elektr tormoz korpuslari richag 2 yordamida dinomometrlar 4 ga ulanadi. Elektr tormozlar dvigatelga yetarli miqdorda nagruska bera oladi. Transmissiya elektr dvigatel yordamida aylantirilib, barcha elektr dvigatellar yakorlarining burchak tezligi va burovchi momentlari aniqlanadi. Elektr dvigatel va elektr tormozlar quvvatlarining ayirmasi $N_d - N_{tr}$ transmissiyada isrof bo'lgan N_{tr} quvvatni beradi. Agar avtomobil tortish kuchi ta'sirida harakatlansa, transmissiyada isrof bo'lgan quvvat mexanikaviy FIK orqali, dvigatel uzilgan holda yoki dvigatel tormozlash rejimida harakat qilsa, bu quvvat isrof bo'lgan quvvatning absolyut qiymati bilan baholanadi.

Ba'zi tipdagi avtomobillar uchun mexanikaviy FIK ning qiymatlari quyidagi jadvalda berilgan.

Avtomobillar	η_{tr}
4x2 tipidagi yengil avtomobillar	0,90...0,92
4x2 tipidagi yuk avtomobillar va avtobuslar	0,85...0,88
4x4, 6x6 tipidagi yuk avtomobillar	0,82 ... 0,85



2.2-rasm. Transmissiyada isrof bo'lgan quvvatni aniqlash usuli.

2.3. Avtomobil g'ildirak radiuslar.

Avtomobil g'ildiragining quyidagi radiuslari mavjud:

1) r_o – ozod radius: tashqi kuchlar bilan yuklanmagan, ya'ni avtomobildan yechib olingan g'ildirakning xususiy radiusi;

Shinaning ozod radiusi quyidagicha aniqlanadi:

$$r_o = \frac{D_H}{2} \quad (2.4)$$

2) r_c – statik radius: normal og'irlik kuchi bilan yuklangan, qo'zg'almas g'ildirak markazidan yo'l sathiga bo'lgan masofa;

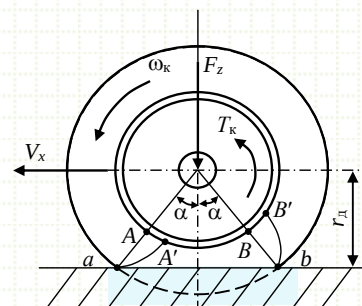
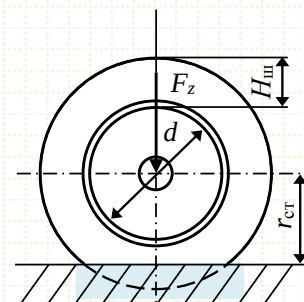
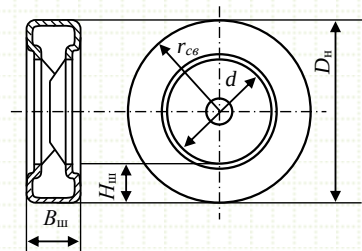
Avtomobil g'ildiragining statik radiusi quyidagicha aniqlanadi:

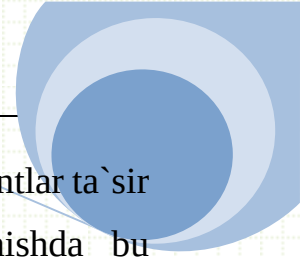
$$r_c = 0,5d + H \cdot \lambda_{uu} \quad (2.5)$$

λ_{uu} – shinaning radial deformatsiya koeffitsienti.

$\lambda_{uu} = 0,80 \div 0,85$ radial shinalar uchun;

$\lambda_{uu} = 0,85 \div 0,90$ diagonal shinalar uchun;





3) r_g –dinamik radius: Dinamik radius r_d g`ildirakka kuch va momentlar ta`sir etayotganda o`lchangan oniy radius bo`lib, amaliy masalalarni yechishda bu parametrlardan foydalanish noqulay. Dinamik radiuslarni aniqlash katta eksperimentlarni o`tkazishni talab etadi. Shu sababli kundalik xisoblashlar uchun g`ildirash radiusi r_k qabul qilingan.

4) r_k –g`ildirashdagi kinematik radius (g`ildirash radiust). G`ildirash radiusi  $r_k$  deb, shartli ravishda deformatsiyalanmaydigan va shataksiramaydigan g`ildirak radiusiga aytiladi. Bunday g`ildirakni real avtomobillarga o`rnatilganda uning chiziqli va burchak tezliklari elastik g`ildirakning chiziqli va burchak tezliklariga teng bo`lishi kerak. Yuqoridagi ta`rifga ko`ra $r_k \approx r_d$. Amalda $r_k \approx r_{ct}$ deb qabul qilinsa, katta xato bo`lmaydi.

G`ildirash radiusi  $r_k$ , avtomobilning harakat tezligiga bog`liq holda hisoblanadi:

$$r_k = v_a / \omega_k, \quad (2.6)$$

bu yerda: ω_k –yetakchi g`ildirakning burchak tezligi, c^{-1} ; v_a – avtomobilning harakat tezligi, m/c .

G`ildirak radiusini yanada aniqroq o`lchash maqsadida, turli xil toifadagi yo`llarda tajribalar o`tkazilib, uning natijasi hisoblanadi:

$$r_k = \ell / 2\pi n, \quad (2.7)$$

bu yerda ℓ – g`ildirak bosib o`tgan yo`l sathining uzunligi,  $m$ ;  $n$  – belgilab olingan oraliqda g`ildirakning aylanishlar soni.

Shinalarning tasniflanishi:

Tarovoy shinalar $B_k = H$ (velosipedlar uchun shinalar).

Belgilanishi $B_k - d$ dyum yoki millimetrlar hisoblanadi.

Masalan: 6,15 – 13.

Kichik profilli shinalar $H < B_k$ (zamonaviy yengil avtomobil shinalari)

Belgilanishi: (shina profili kengligi)/(profilga mos shina balandligining foizlarda ulushi)-(shina tipi), (shina obodining diametri), (yuk indeksi), (tezlik indeksi)

Shina obodining diametri dyumlarda ifodalanadi.

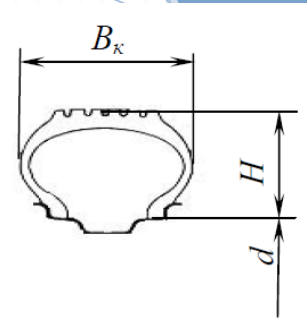
Masalan: 185/70 – R13 T85

Keng profilli shinalar (yuqori o`tuvchanlikka ega bo`lgan avtomobil shinalari)

Belgilanishi $D \times B - d$, faqat mm da ifodalanadi.

Masalan: $1500 \times 550 - 630$,

Kamerali (arochnoe) shinalar (maxsus avtomobillar uchun shinalar). Belgilanishi: keng profilli shinalar kabi belgilanadi. Radial va diagonal shinalar ishlab chiqarishda shina kordining yotqizish yo'nalishi bilan farqlanadi. Radial shinalarning belgilanishida shina obodining diametri oldida R harfi qo'yiladi (bu belgi radius emas, balki radial shina ekanligini bildiradi).



Avtomobil shinalarining tezlik indeksi quyidagicha belgilanadi (EEK OON (BMTning Yevropa iqtisodiy komissiyasi) qoidasi):

Tezlik indeksi	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	B	C
Yuqori ruxsat etilgan tezlik, km/soat	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60
Tezlik indeksi	D	E	F	G	J	K	L	M	N	P
Yuqori ruxsat etilgan tezlik, km/soat	65	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Tezlik indeksi	Q	R	S	T	U	H	V	W	Y	ZR
Yuqori ruxsat etilgan tezlik, km/soat	160	170	180	190	200	210	240	270	300	>240

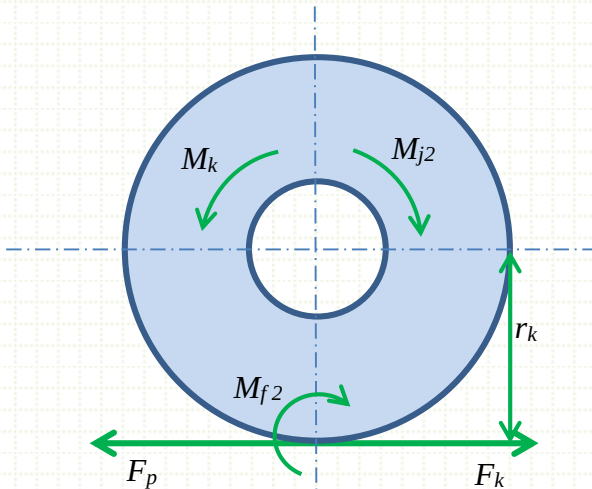
Avtomobil shinalarining yuk ko'tarish indeksi quyidagicha belgilanadi (EEK OON (BMTning Yevropa iqtisodiy komissiyasi) qoidasi):

Yuk indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yuqori ruxsat etilgan yuk, kg	45	46,2	47,5	48,7	50	51,5	53	54,5	56	58
Yuk indeksi	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
Yuqori ruxsat etilgan yuk, kg	600	615	630	650	670	690	710	730	750	775
Yuk indeksi	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
Yuqori ruxsat etilgan yuk, kg	800	825	850	875	900	925	950	975	1000	1030
Yuk indeksi	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199
Yuqori ruxsat etilgan yuk, kg	10600	10900	11200	11500	11800	12150	12500	12850	13200	13600

2.4. Avtomobilning tortish kuchi.

Avtomobilni ilgarilama harakatga keltiruvchi F_k tortish kuchi yetakchi g'ildiraklarga olib kelgan M_k burovchi momentning g'ildirak radiusiga nisbati bilan

aniqlanadi. F_k tortish kuchi urinma kuch boʻlib, avtomobil harakatiga teskari yoʻnalgan. Shunday ekan, avtomobilni qanday kuch harakatga keltiradi degan savol tugʻiladi.



2.3-rasm. Gʻildirakdagi tortish kuchi

Har qanday mexanikaviy harakat jism va yoʻl oʻrtasidagi ishqalanish kuchi tufayli sodir boʻladi. Gʻildirak yoʻlga F_k kuch bilan taʼsir etar ekan, F_p aks taʼsir kuchi hosil boʻladi (2.3-rasm):

$$F_k = -F_p \quad (2.8)$$

Demak, F_p reaksiya kuchi avtomobilni harakatga keltiruvchi kuchdir. F_k shartli ravishda tortish kuchi

deb ataladi. Tortish kuchini aniqlash stendi 2.4-rasmda keltirilgan. Avtomobil 1 yetakchi gʻildiraklari baraban 4 li stendga oʻrnatiladi. Avtomobilning orqa qismi tros yordamida dinomometr 2 orqali qoʻzgʻalmas ustun 3 ga mahkamlanadi va dvigatel katrbyuratorining drossel-zaslonkasi toʻla ochiq holda ishlatiladi. Gidravlik yoki elektr tormoz yordamida barabanning aylanishiga qarshilik hosil qilinib, uning tekis aylanishiga erishiladi. Agar gʻildiraklar baraban ustida aylanayotganida energiyaning ishqalanishga isrof boʻlishini hisobga olinmasa, dinomometr koʻrsatayotgan F kuch F_k urinma kuchga teng boʻladi. Avtomobil yetakchi gʻildiraklarining aylanishlar chastotasi n_k va r_k radiusi maʼlum boʻlsa, uning yoʻldagi harakat tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$v_a = \frac{\pi \cdot n_k \cdot r_k}{30}, \quad (2.9)$$

yoki

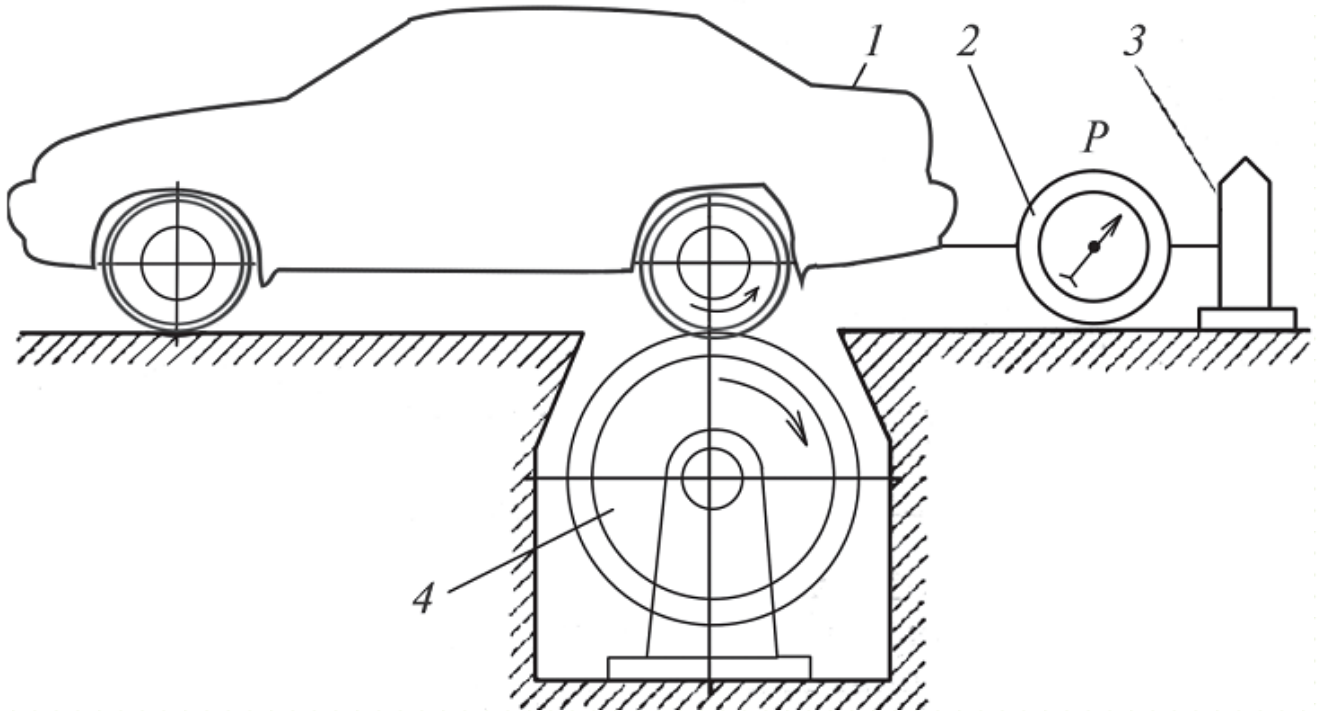
$$v_a = 0,377 \frac{n_d \cdot r_k}{i_{kp} \cdot i_d \cdot i_0}, \quad (2.10)$$

n_d – dvigatel tirsakli valining aylanishlar chastotasi; i_{kp} – uzatmalar qutisining uzatish soni; i_0 – bosh uzatmaning uzatishlar soni; i_d – yordamchi qutining uzatishlar soni; r_k – aylanma-ilgarilanma harakatdagi gʻildirak radiusi; n_k – gʻildirakning aylanishlar chastotasi.

Tortish kuchining eksperimental qiymatlari bo'lmasa, u tezlik harakteristikasidan quyidagicha aniqlanadi:

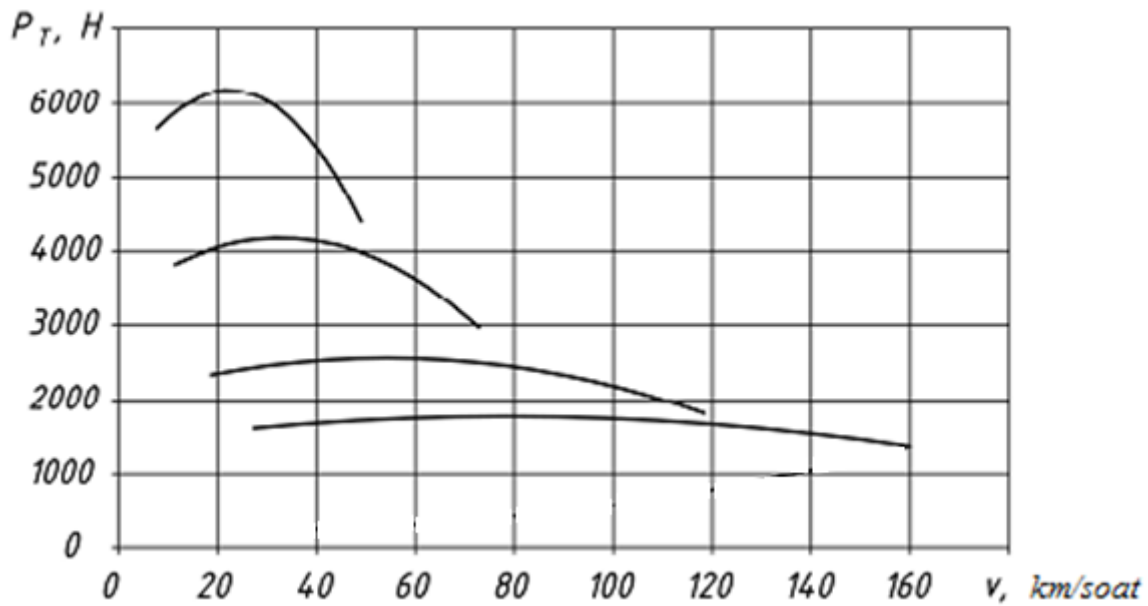
$$F_k = \frac{M_k}{r_k} = \frac{M_e \cdot u_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_k}, \quad (2.11)$$

bu yerda M_e –dvigatel tirsakli validagi samarali burovchi moment, H_M ; u_{mp} –transmissiyaning umumiy uzatmalar soni; η_{mp} –transmissiyaning foydali ish koeffitsienti; r_k -g`ildirash radiusi, m .



2.4-rasm. Yetakchi g`ildiraklarni aylantiruvchi barabanli stend.

Har xil uzatmalarda tortish kuchi qiymatlarining tezlik bilan bog`lanish grafigi avtomobilning tortish xarakteristikasi grafigi deyiladi. Bu grafikni qurish uchun dvigatel tezlik xarakteristikasidan tirsakli valning izlangan aylanishlar chastotasi uchun  $M_k$  qiymatlarini hamda har bir uzatma qo`shilgandagi shu aylanishlar chastotalariga mos avtomobil tezliklari $v_{a11}, v_{a12}, v_{a13}, \dots$ ni (2.10) formuladan aniqlanadi. Har bir uzatma uchun aniqlangan tezliklarga mos bo`lgan tortish kuchi qiymatlari  $F_{k11}, F_{k12}, F_{k13}, \dots$  (2.11) formuladan aniqlanadi. Natijada  $F_k = f(v_a)$  funktsiyaning grafigi 2.5-rasmda ko`rsatilgandek quriladi. Egri chiziqlar soni uzatmalar soniga teng.



2.5-rasm. Avtomobil tortish xarakteristikasi grafigi.

Ma'lumki, avtomobil ko'p vaqt o'zgaruvchan (tezlanuvchan yoki sekinlanuvchan) harakatda bo'ladi. Bu vaqtda tortish kuchini (3) ifoda orqali aniqlash noto'g'ri bo'ladi, chunki uning qiymatiga aylanuvchi detallar (maxovik, shisternyalar, vallar, oldingi va keyingi g'ildiraklar) massasi (inertsias) ta'sir qiladi. Yetakchi g'ildirakka uzatilgan M_0 moment tezlanish bilan harakat qilgan davrda kichik massalar (shisternyalar, vallar) hisobga olinmasa va $\eta_t = const$ deyilsa, $J_m \cdot E_m$ va $J_k \cdot E_k$ inertsion momentlar hisobiga kamayadi, ya'ni:

$$M_0 = (M_d - J_m \cdot E_m) \cdot i_{tr} \cdot \eta_t - J_k \cdot E_k \quad (2.12)$$

Agar

$$E_k = \frac{j_a}{r_k} \text{ va } E_m = E_k \cdot i_{tr} = \frac{j_a \cdot i_{tr}}{r_k}$$

ekanligi hisobga olinsa, (2.12) tenglamaning chap va o'ng tomonini r_k ga bo'lib, quyidagini hosil qilamiz:

$$F_0 = F_k - \frac{J_m \cdot i_{tr}^2 \cdot \eta_{tr} + J_k}{r_k^2} \cdot j_a \quad (2.13)$$

J_m, J_k – maxovik va g'ildirakning inertsia momenti; E_m, E_k – maxovik va g'ildirakning burchakli tezlanishi; j_a – avtomobilning chiziqli tezlanishi.

Topilgan F_0 kuch yetakchi g'ildiraklardagi urinma kuch bo'lib, avtomobil tezlanishi bilan harakatlanganda maxovik va g'ildiraklarni tezlantirishga ketgan energiya hisobiga kamayadi. Avtomobil sekinlanish bilan harakatlanganda (ya'ni $j < 0$) tezlanishda yig'ilgan energiya avtomobilning harakatlanishiga sarf bo'ladi.

G'ildiraklarni aylantiruvchi quvvat miqdori tortish kuchiga va harakat tezligiga bog'liq bo'ladi:

$$N_{\kappa} = \frac{F_{\kappa} \cdot v_a}{1000} \quad (2.14)$$

Transmissiyaning umumiy uzatishlar soni uzatmalar qutisi va bosh uzatmadagi tishli g'ildiraklarning geometrik o'lchamlari orqali hisoblab topiladi.

$$u_{mp} = u_{y,\kappa} \cdot u_{\delta}$$

$$u_{y,\kappa} = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_3}{Z_2^1}; \quad u_{\delta} = \frac{Z_y}{Z_{\kappa}}; \quad (2.15)$$

bu yerda Z_1, Z_2 – uzatmalar qutisi ichidagi tegishli vallarda joylashgan tishli g'ildiraklar va shesternya tishlari soni; Z_y, Z_{κ} – bosh uzatmaning yetaklanuvchi va yetakchi shesternyalari tishlari soni.

2.5. Ilashish kuchi. Avtomobilning harakatlanish sharti

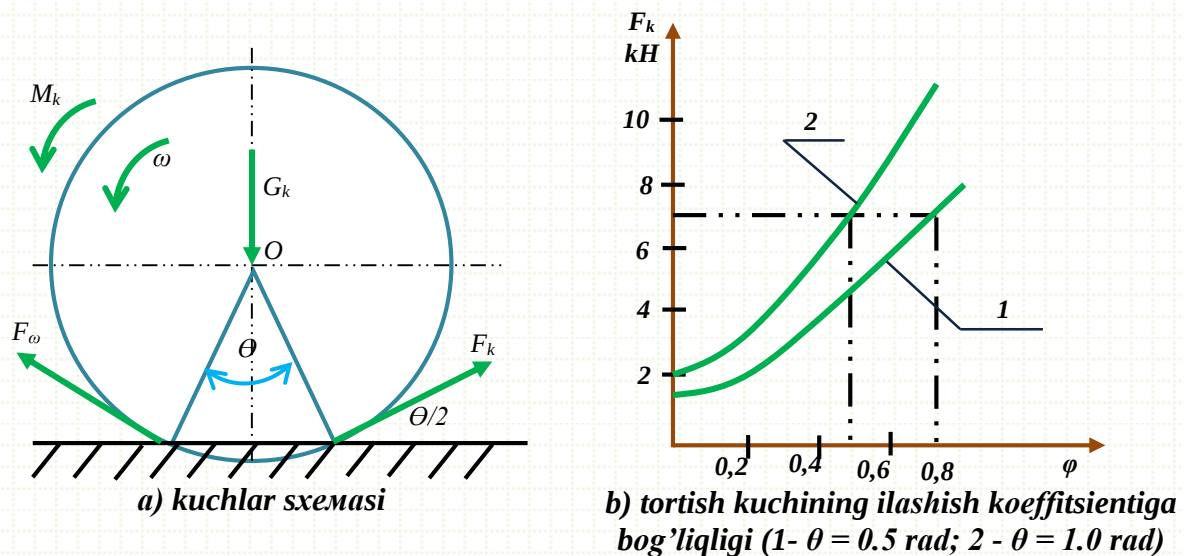
Avtomobilning yo'l bo'ylab uzluksiz harakatlanishi uchun yetakchi g'ildirakda tortish kuchini paydo qilishning o'zi yetarli emas. Dvigatel tirsakli validagi burovchi momentning yoki transmissiya parametrlarini o'zgartirish orqali har qancha kattalikdagi yetakchi M_{κ} burovchi momentga erishilmasin, g'ildiraklar bilan yo'l orasida yetarlicha ilashish kuchi mavjud bo'lmasa, g'ildiraklar shataksirab harakat qiladi va avtomobilning ilgarilama harakat tezligi keskin kamayib ketadi. Shunday qilib, tortish kuchining eng yuqori qiymati ilashish kuchining joriy qiymati bilan cheklanadi.

Qattiq qoplamali yo'llarda ilashish koeffitsienti tinch ishqalanish va sirpanish koeffitsientlarining yig'indisi bilan aniqlanadi.

Deformatsiyalanuvchi, yumshoq yo'llarda esa ilashish koeffitsienti tuproqning siljish qarshiligiga va tuproq elementlarining ichki ishqalanishiga bog'liq bo'ladi. Bunda yetakchi g'ildiraklarning shina protektori bo'rtiqlari tuproqqa sanchilib, uni deformatsiyalaydi va zichlaydi, siljish qarshiligini biror chegaragacha oshirib boradi. Shundan keyin tuproqning ko'chishi boshlanib ilashish koeffitsientining keskin pasayishi kuzatiladi. Bu hol ayniqsa yo'l sathi loyqa qatlam bilan qoplangan hollarda ko'proq kuzatiladi.

Bo'ylama ilashish koeffitsientiga shina protektorining rasmlari, ya'ni tishlari katta ta'sir ko'rsatadi. Yengil avtomobil shinalarining protektori mayda gulli bo'lib, asosan qattiq qoplamli yo'llar bilan yaxshi ilashishni ta'minlaydi. Yuk avtomobillari shinalarining proyektori keng va chuqur bo'rtiqlar bilan qoplangan bo'lib, ular tuproq

yo'llarda yetarlicha sanchilib o'tuvchanlikni oshiradi. Protektor rasmlarining yeyilishi tufayli ilashish koefitsienti talab etilgan miqdordan kamayib ketadi va bu miqdor $\varphi \leq 0,4$ dan pasayib ketsa, yo'l transport hodisalarining soni oshishiga olib keladi.



2.6-rasm. G'ildirak bilan yo'l orasidagi kuchlar

Harakat tezligining oshishi bilan ilashish koefitsienti ko'tariladi va 3...4 mG's tezlikda maksimumga erishib, so'ngra asta – sekin pasayib ketadi. Shunday qilib, ilashish koefitsientiga bevosita sezilarli ta'sir ko'rsatuvchi omillar quyidagilardir: yo'lning turi va holati, shina protektorlarining yeyilish darajasi, shinadagi havo bosimi hamda g'ildiraklarga tushadigan normal reaksiya kuchlari.

Avtomobilni harakatlantiruvchi F_k tortish kuchi elastik g'ildirak bilan qattiq qoplamali yoki deformatsiyalanuvchi yo'l sathi orasida gorizonta1 urinma reaksiya kuchini hosil qilish orqali amalga oshiriladi. Agar g'ildiraklar bilan yo'l qoplamasi orasidagi ta'sir maydoni biror bir sabab bilan chegaraviy miqdordan kamayib ketsa, ilashish koefitsienti φ kichrayib ketgani uchun yetarlicha tortishish kuchini paydo qilib bo'lmaydi. Shuning uchun ham transmissiya orqali dvigateldan yetakchi g'ildiraklarga olib kelingan M_k burovchi momentning qiymati harchand katta bo'lmasin, bu miqdor tortish kuchining fizik ma'nosini to'liq harakterlay olmaydi. Shunday qilib, F_k tortish kuchi bir tomondan avtomobilning konstruktiv xususiyatlariga bog'liq bo'lsa, boshqa tomondan o'zaro ta'sirlashuvchi muhitlarning, ya'ni g'ildirak shinasi bilan yo'l qoplamasining xususiyatlariga bog'liq holda keng oraliqda o'zgarib turishini e'tiborga olish lozim.

Ilashish kuchi F_{φ} g'ildirak bilan yo'lning o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'lib, ular o'rtasidagi ishqalanishni hamda shina elementlarining yo'l bilan tishlashishini hisobga oladi.

Demak, ilashish kuchi g'ildirakning yo'lga nisbatan sirpanishiga qarshilik qilib, uning ilgarilanma harakatini ta'minlaydi. Hamma g'ildiraklari yetakchi bo'lgan avtomobillar uchun:

$$F_{\varphi} = Z \cdot \varphi = G_a \cdot \cos \alpha \cdot \varphi; \quad (2.16)$$

faqat oldingi g'ildiraklari yetakchi bo'lgan avtomobillar uchun:

$$F_{\varphi 1} = Z_1 \cdot \varphi = G_1 \cdot \cos \alpha \cdot \varphi; \quad (2.17)$$

faqat orqa g'ildiraklari yetakchi bo'lgan avtomobillar uchun:

$$F_{\varphi 2} = Z_2 \cdot \varphi = G_2 \cdot \cos \alpha \cdot \varphi; \quad (2.18)$$

bu yerda: α – yo'lning bo'ylama qiyaligi; G_1 ; G_2 – avtomobilning oldingi va orqa o'qlariga tushgan og'irlik kuchlari; φ – ilashish koefitsienti; Z ; Z_1 ; Z_2 – yo'lning g'ildiraklarga ko'rsatuvchi normal reaksiyalari; F_{φ} – g'ildiraklar bilan yo'l o'rtasidagi tishlash kuchi.

Ilashish koefitsienti φ fizikaviy ma'nosi bo'yicha mexanikada qabul qilingan ishqalanish koefitsientini ifodalaydi va shinning yo'l sathi bilan mexanikaviy tishlashishini hisobga oladi.

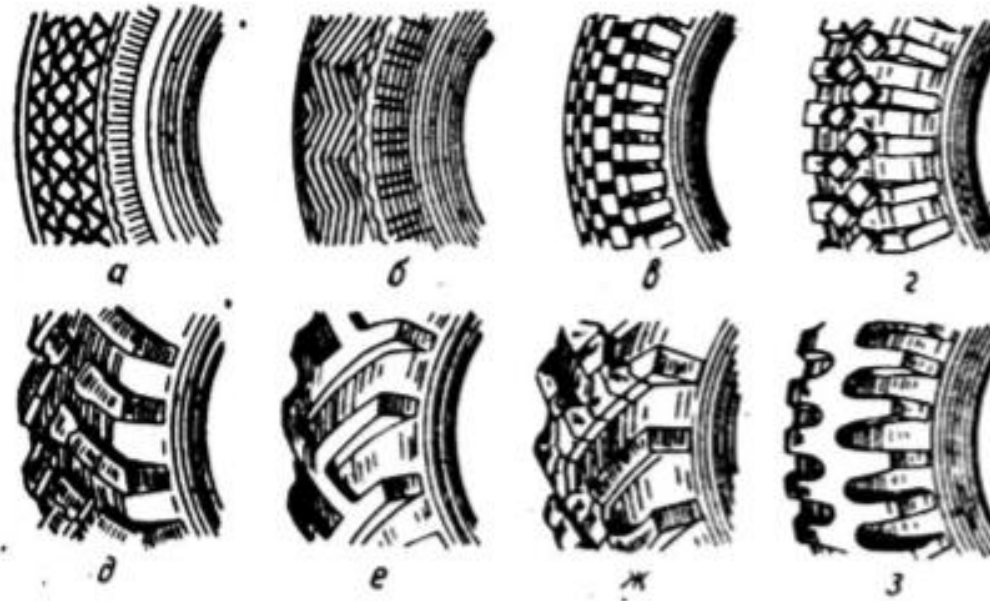
Ilashish koefitsientini maxsus dinamometrik aravani tormozlaganda uni dinometrik tros yordamida shatakka olish yo'li bilan aniqlanadi. Tormozlangan aravani sudrash uchun sarflangan F kuch va arava og'irligi G aniqlangach, quyidagicha topiladi:

$$\varphi = \frac{F}{G} \quad (2.19)$$

Ilashish koefitsientining qiymati yo'lning va gruntning holatiga, shina protektorining shakliga, shinning ichki bosimiga, g'ildirakka tushgan og'irlik kuchi va hokazolarga bog'liq. Qattiq yo'llarda ilashish koefitsientining qiymati shina bilan yo'l o'rtasidagi ishqalanishga hamda yo'l ustining mikronotekisliklariga bog'liq. Yo'l usti namlangan bo'lsa, suv va tuproqning zarralaridan loy pardasi hosil bo'lib, ilashish koefitsienti qiymati kamayadi. Shina yo'l ustida sirpanib, kontakt sirtga elementar gidrodinamik kuchlar hosil bo'lsa, suyuq ishqalanish sodir bo'lib, tishlashish koefitsient minimal qiymatgacha kamayadi.

Deformatsiyalanadigan yo'lda ilashish koefitsientining qiymati tuproqning siljishiga ko'rsatadigan qarshiligiga va ichki ishqalanishiga bog'liq.

Ilashish koeffitsienti qiymatining katta-kichikligiga shina protektorining rasmi (naqshi) ham sodir etadi. Yengil avtomobillarning shinasi mayda naqshli bo'lgani uchun qattiq yo'llarda yaxshi tishlashadi. Yuk avtomobillarida shina protektori (6-rasm) yirik naqshli bo'lgani uchun avtomobilning yo'l to'siqlaridan o'ta olish qobiliyati oshadi. Ekspluatatsiya davrida protektor yeyiladi va shinaning tishlashish qobiliyati kamayadi.

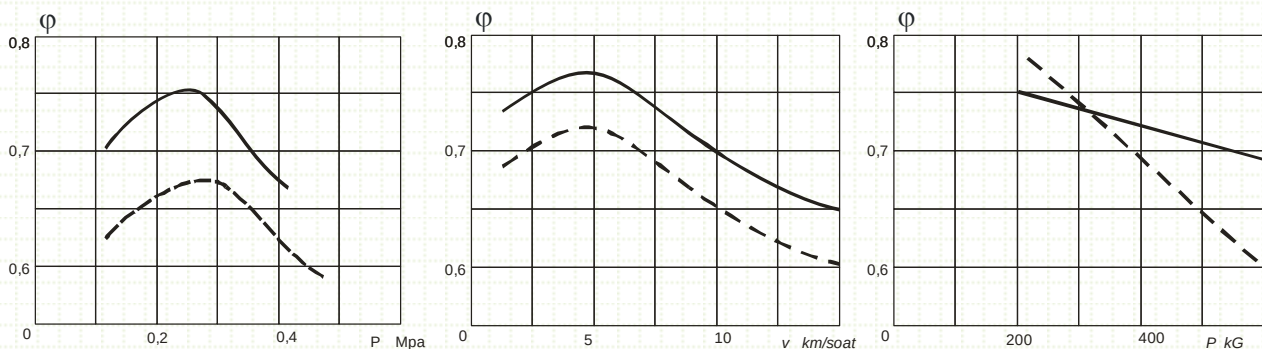


2.7-rasm. Shina protektorining rasmlari.

Ilashish koeffitsientining qiymatiga ekspluatatsion faktorlar katta ta'sir ko'rsatadi. 7-rasmida turli yo'l sharoitlari uchun φ ning grafigi tasvirlangan (tutash chiziqlar quruq, uzuq chiziqlar esa ho'l asfalt -beton yo'lga ta'luqlidir). Shinadagi ichki bosim P_{in} ning oshishi natijasida (7a-rasm) ilashish koeffitsienti avval oshadi, keyin esa kamayib boradi. φ ning maksimal qiymati shu shina uchun tavsiya etilgan bosimga to'g'ri keladi. Harakat tezligining oshishi bilan (7b-rasm) ilashish koeffitsientining qiymati avval oshadi, keyin bir tekis kamayib boradi. φ ning maksimal qiymati 3-7 km/soat tezlikka to'g'ri keladi.

Ilashish koeffitsienti bilan vertikal kuch o'rtasidagi munosabat to'g'ri chiziqqa yaqin bo'lib, (7v-rasm) og'irlik oshishi bilan φ ning qiymati kamayadi. Amaliy hisobda φ ning 2-jadvalda keltirilgan o'rta qiymatlaridan foydalaniladi.

Yo'lining tipi va holati	Ilashish koefitsienti	Yo'lining tipi va holati	Ilashish koefitsienti
Hamma tipdagi qattiq yo'llar:		Tuproqli yo'l:	
<i>quruq va toza</i>	0,6 ... 0,8	<i>Quruq</i>	0,5 ... 0,6
<i>Ho'l va iflos</i>	0,3 ... 0,5	<i>Namlangan</i>	0,3 ... 0,4
<i>Qor bilan qoplangan</i>	0,2 ... 0,4	<i>Bahor paytida</i>	0,15 ... 0,3
<i>Muzlagan</i>	0,15 ... 0,3	Qum	
<i>Tekis muz</i>	0,05 ... 0,15	<i>Quruq</i>	0,2 ... 0,3
		<i>Namlangan</i>	0,4 ... 0,5
		<i>Sochiladigan qor</i>	0,1 ... 0,2



2.8-rasm. Ilashish koefitsientiga har xil faktorlarning ta'siri.

Shina va yo'lining tishlashish harakat xavfsizligi uchun katta ahamiyatga ega. Ilashish koefitsientining yetarli bo'lmashligi ko'pincha avariyalarga sabab bo'ladi. Statistika ma'lumotlariga ko'ra yo'l-transport hodisalarining 16 foizi yo'ning namgarchilik davriga to'g'ri keladi, ya'ni ilashish koefitsientining kichikligi natijasida sodir bo'ladi. Avtomobil doimiy harakat qilishi uchun uning tortish kuchi bilan yo'ning jami qarshilik kuchi F_ψ o'rtasida quyidagi tengsizlik mavjud bo'lishi kerak:

$$F_k \geq F_\psi \quad (2.20)$$

Lekin bu shartning bajarilishi avtomobilni harakat qilishi uchun yetarli emas, chunki g'ildirak bilan yo'l o'rtasidagi ilashish kuchi ham mavjud bo'lishi kerak, ya'ni:

$$F_k \leq F_\phi \quad (2.21)$$

Demak, avtomobil sirpanmasdan, shataksiramasdan harakatlanishi uchun quyidagi shart bajarilishi kerak:

$$F_\phi \geq F_k \leq F_\psi \quad (2.22)$$

2.6. Qiya yoʻlning qarshilik kuchi

Avtomobil qiya yoʻl boʻylab yuqoriga harakatlanayotganda, uning ogʻirlik markaziga qoʻyilgan G_a ogʻirlik kuchi ikkita tashkil etuvchiga ajraladi: (2.9-rasm)

1) yoʻl sathiga parallel va avtomobil harakat yoʻnalishiga teskari boʻlgan qarshilik kuchi:

$$F_i = G_a \cdot \sin \alpha; \quad (2.23)$$

2) Yoʻl sathiga tik yoʻnalgan tashkil etuvchi esa avtomobilning bosim kuchini bildiradi:

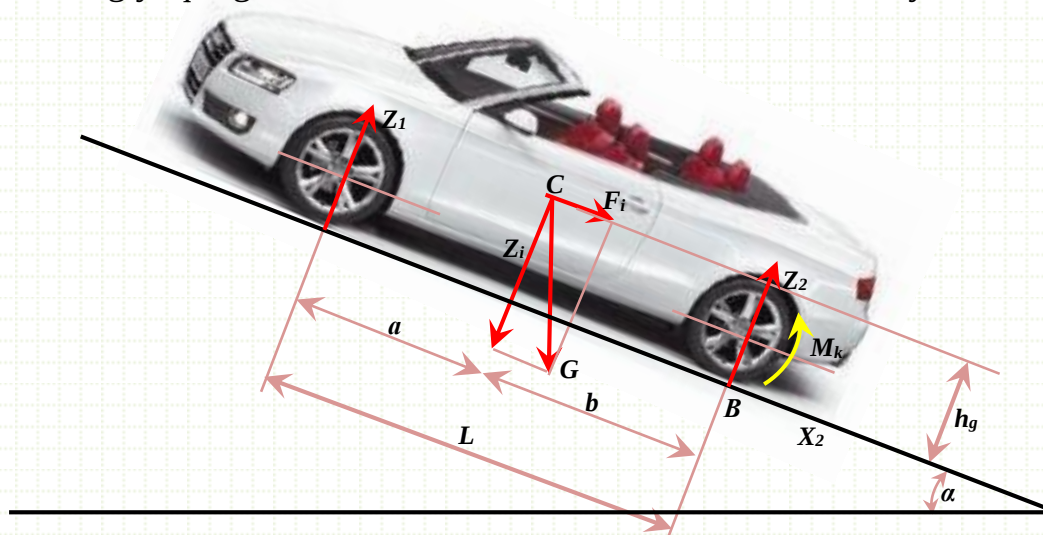
$$Z_i = G_a \cdot \cos \alpha; \quad (2.24)$$

Odatda yoʻlning qiyalik miqdori $i = \tan \alpha$ orqali ifodalanadi.

Avtomobilning qiya yoʻl boʻylab koʻtarilishiga sarflangan quvvat quyidagicha aniqlanadi:

$$N_i = \frac{F_i \cdot v_a}{1000} = \frac{G_a \cdot v_a \cdot \sin \alpha}{1000}; \quad (2.25)$$

Agar avtomobil qiya yoʻl boʻylab pastga tomon harakatlanayotgan boʻlsa, F_i kuchning yoʻnalishi harakat yoʻnalishi bilan ustma-ust tushadi va u harakatlantiruvchi kuchga aylanadi. Shunday qilib ∞ qiyalik burchagi yoki i yoʻl qiyaligi avtomobilning yuqoriga koʻtarilishida musbat, aks holda esa manfiy boʻladi.



2.9-rasm. Qiya yoʻlning qarshiligi

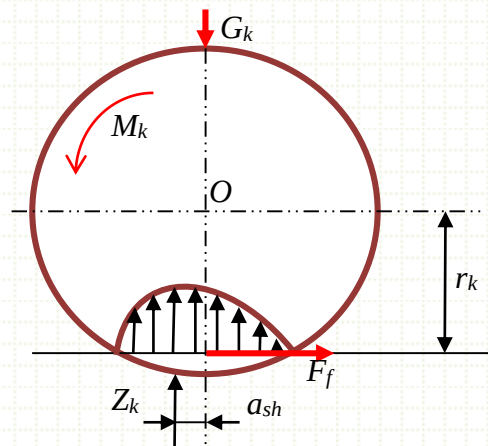
2.7. Gʻildirashqa qarshilik qiluvchi kuch

Masalani hal etishni soddalashtirish uchun elastik gʻildirak deformatsiyalanmaydigan yoʻlda harakat qiladi, yaʼni yoʻlning deformatsiyasi gʻildirak deformatsiyasiga nisbatan hisobga olmaslik darajada kichik deb hisoblanadi. Gʻildirak aylanib harakat qilganda uning elastik shinasi deformatsiyalanib, yoʻlning maʼlum yuzasiga taʼsir qiladi. Yoʻl esa aks taʼsir koʻrsatib, elementar kuchlar bilan

qarshilik qiladi. Kontakt yuzasidagi elementar kuchlarning teng ta'sir etuvchisi, yo'lining g'ildirakka reaksiyasi z_k bilan belgilanadi. Shunday qilib, yo'l g'ildirakning harakatiga qarshilik ko'rsatadi. Bu qarshilik shinaning yo'lda g'ildirash gisterezisiga, g'ildirak izini hosil qilishga, shinaning yo'lga ishqalanishiga, g'ildirak gupchagidagi podshipniklar qarshiligi va g'ildirakning aylanishiga, havoning qarshiligini yengishiga sarflangan energiyadir.

Avtomobil g'ildiraklari elastik hamda pnevmatik shinalar bilan ta'minlangan bo'lib, ular asosan deformatsiyalanmaydigan qattiq va deformatsiyalanadigan yumshoq yo'llarda harakat qilishga moslashgan bo'ladi. G'ildirashga qarshilik asosan shina bilan yo'l qoplamasi orasida paydo bo'ladi. Bundan tashqari shinalarning yo'l sathiga ishqalanishi tufayli hamda g'ildirak o'qlaridagi podshipniklarda qo'shimcha qarshilik paydo bo'ladi.

Elastik g'ildirak gorizontaal qattiq yo'l ustida yumalaganda, normal z_1 va z_2 reaksiya kuchlarining teng ta'sir etuvchilari yo'l sathiga nisbatan tik vaziyatda joylashgan bo'ladilar. G'ildiraklar yumalaganda shinaning oldingi qismida deformatsiya miqdori oshib, orqa qismida esa kamayadi. Shunday qilib, g'ildirakning vertikal o'qidan bir xil masofada joylashgan shina qismlari turli miqdordagi yuklanishlar ta'sirida bo'ladi. Buning natijasida, z_1 va z_2 normal reaksiya kuchlari g'ildirakning markaziy o'qiga nisbatan biror a_u masofaga siljigan bo'ladi. (2.10-rasm)

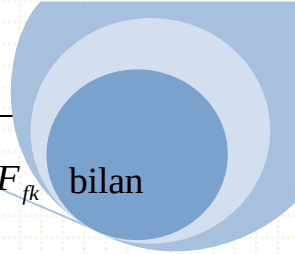


2.10-rasm. G'ildirashga qarshilik sxemasi

Yo'l sathining gorizontaal (urinma) reaksiya kuchlari x_1 va x_2 yo'l tekisligi bo'ylab joylashgan bo'lib, g'ildirak harakatining rejimiga muvofiq holda musbat yoki manfiy qiymatga ega bo'ladilar.

G'ildirak markazi (O nuqta) ga nisbatan kuchlarning muvozanat tenglamasini tuzib, kuchlar proyeksiyasining ekvivalentligiga asoslangan holda, g'ildirashga qarshilik qiluvchi F_f umumiy kuchni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\begin{aligned}\sum M_0 &= 0 \\ z_k \cdot a - X_k \cdot r_k &= 0 \\ X_k &= z_k \cdot \frac{a}{r_k}\end{aligned}$$



X_k reaksiyasi g'ildirakning g'ildirashga qarshilik kuchi bo'lib, F_{fk} bilan belgilanadi.

$$F_{fk} = z_k \cdot \frac{a}{r_k} \quad (2.26)$$

F_{fk} kuchning z_k ga yoki a ning r_k ga nisbati aylanma-ilgarilanma harakatga (g'ildirashga) qarshilik koeffitsienti f deb ataladi va u quyidagicha hisoblanadi:

$$f = \frac{F_{fk}}{z_k} \text{ yoki } f = \frac{a}{r_k}$$

G'ildirashga qarshilik kuchi hamma g'ildiraklarda teng desak, u umumiy holda avtomobil uchun quyidagicha yoziladi:

$$F_f = z \cdot f \text{ yoki } F_f = G_a \cdot f \cdot \cos \alpha \quad (2.27)$$

G'ildirashga qarshilik koeffitsienti yo'lining holati, shinaning konstruksiyasi (kord qatlami, kord iplarining soni va h.k.), shinaning texnikaviy holati, avtomobilning tezligi, shinadagi bosim va avtomobil g'ildiragining yonaki sirpanishiga bog'liqdir.

G'ildirashga qarshilik koeffitsientining qiymatini 50-60 km/soat tezlikkacha o'zgarmas desa bo'ladi. Tezlikning oshishi natijasida shinaning kontakt yuzasidagi ezilgan qismi o'z holiga qaytishga ulgurmaydi, shinadagi ichki ishqalanishning qiymati va f ning qiymati oshadi. Bu koeffitsient quyidagicha aniqlanadi:

$$f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v_a^2}{20000} \right) \quad (2.28)$$

f_0 – avtomobil kichik (50 ... 60 km/soat) tezlikda harakatlangandagi g'ildirashga qarshilik koeffitsienti (3-jadval).

		3-jadval
Yo'lining tipi	$f_0 \left(v \leq 50 \frac{\text{km}}{\text{soat}} \right)$	f (o'rtacha qiymati)
Asfalt-beton yoki tsement-beton:		
Eng yaxshi holatda	0,012	0,012 ... 0,018
Qoniqarli holatda	0,018	0,018 ... 0,020
Tosh yotqizilgan holatda	0,03	0,03 ... 0,04
Shag'al yotqizilgan holatda	0,04	0,04 ... 0,07
Tuproq yo'l:		
Shibbalangan, quruq	-	0,03 ... 0,05
Yomg'irdan so'ng	-	0,05 ... 0,15
Qum	-	0,10 ... 0,30
Shibbalangan qor	-	0,07 ... 0,10



Shinadagi bosimning kamayishi f koefitsientning ortishiga sabab bo'ladi. G'ildirak orqali tortuvchi moment uzatilganda shina tangentsial deformatsiyalanganligi uchun f bir oz oshadi. G'ildirak og'ganda yoki yonaki sirpanib g'ildiraganda shinaning ko'ndalang deformatsiyalanishi sababli f ning qiymati kattalashadi.

G'ildirakning og'ish burchagi bilan f koefitsienti to'g'ri proporsional bog'langan.

G'ildirashga qarshilik koefitsientini tajriba yo'li bilan aniqlash uchun tortuvchi avtomobil dinomometrik aravani dinomometr orqali shatakka oladi. Tajribada avtomobil tezligi 10-12 km/soat bo'lganligi uchun havoning qarshiligi hisobga olinmaydi. Dinomometr ko'rsatgan kuch: $F_f = G_a \cdot f$. Bu tenglikdan f ni aniqlash mumkin.

G'ildirashga qarshilik koefitsientini avtomobil inertsia bilan harakatlanayotgan davrda ham aniqlash mumkin, chunki avtomobil kichik tezlikda harakatlanganda uning kinetik energiyasi faqat g'ildirashga qarshilikni yengishga sarflanadi. Ma'lumki intervaldagi tezlikda avtomobilning o'tgan yo'li yoki vaqti T ma'lum bo'lsa, yo'lning jami qarshilik koefitsienti $\psi = \frac{v_a}{34 \cdot T}$ bo'ladi.

Avtomobil tepalikka yurganda $\psi_1 = f + i$, pastlikka yurganda esa $\psi_2 = f - i$ bo'ladi. Bu yerda i – yo'lning qiyalik koefitsienti.

Demak, $f = 0,5(\psi_1 + \psi_2)$.

Avtomobilning g'ildirashga qarshilikni yengishga sarflangan quvvati quyidagicha hisoblanadi:

$$N_f = \frac{F_f \cdot v_a}{270} = \frac{G_a \cdot f \cdot \cos \alpha \cdot v_a}{270}, \text{ o.k.} \quad (2.29)$$

2.8. Avtomobilning balandlikka chiqishga qarshilik kuchi.

Avtomobil yo'llari asosan balandlik va pastliklardan iborat bo'lib, yo'lning qiyaligi quyidagicha ifodalanadi:

$$i = \operatorname{tg} \alpha;$$

α – yo'lning gorizonta tekislik bilan hosil qilgan burchagi.

Balandlikka chiquvchi avtomobilning og'irligi G_a ikki tashkil etuvchidan (2.10-rasmga qarang), ya'ni yo'lga parallel $G_a \cdot \sin \alpha$ va perpendikulyar $G_a \cdot \cos \alpha$ kuchlardan iborat. Avtomobilning balandlikka chiqishga qarshilik kuchi F_i quyidagicha aniqlanadi:

$$F_i = G_a \cdot \sin \alpha \quad (2.30)$$

Avtomobil balandlikka chiqayotganida F_i kuch avtomobil harakatiga qarshilik ko'rsatuvchi, pastlikka tushayotganida esa uni ilgariga itaruvchi kuch bo'ladi. Demak, qiyalik i avtomobil balandlikka harakatlanganda musbat, pastlikka harakatlanganda esa manfiy deb qabul qilinadi.

2.9. Yo'lning jami qarshiligi

Avtomobil qiya yo'l bo'ylab harakatlanayotganda og'irlik kuchining yo'l sathiga parallel bo'lgan tashkil etuvchisi g'ildirashga qarshilik qiluvchi kuch miqdorining o'zgarishiga sababchi bo'ladi. Shuning uchun ham bu har ikkala qarshilik kuchlarining geometrik yig'indisi yo'lning jami qarshilik kuchi F_ψ orqali ifodalanadi:

$$F_\psi = F_f + F_i = (f \cos \alpha + \sin \alpha) \cdot G_a = \psi \cdot G_a, \quad (2.31)$$

$$\psi = f \cos \alpha + \sin \alpha, \quad (2.32)$$

bunda ψ - yo'lning jami qarshilik koeffitsienti.

Yo'lning jami qarshiligini yengishga sarflangan quvvat quyidagicha aniqlanadi:

$$N_\psi = \frac{F_\psi \cdot v_a}{1000} = \frac{\psi \cdot G_a \cdot v_a}{1000}; \quad (2.33)$$

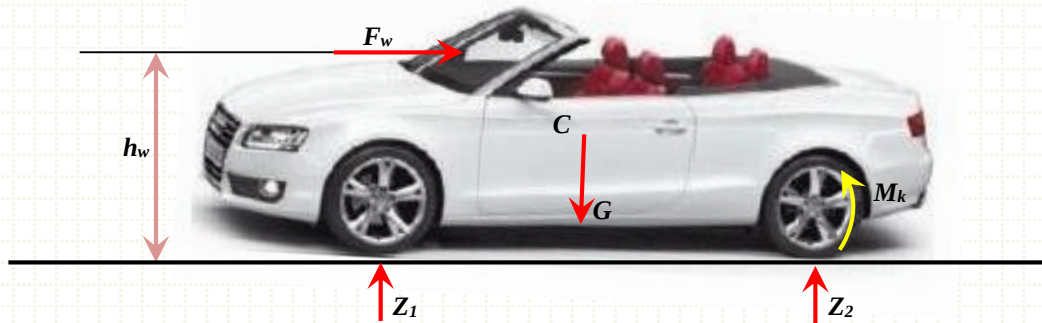
2.10. Havoning qarshilik kuchi.

Avtomobilning harakatiga havo ham qarshilik qiladi, uni yengish uchun dvigatel quvvatining bir qismi sarf bo'ladi. Agar shamol avtomobil harakati yo'nalishiga qarshi yo'nalgan bo'lsa, havo qarshiligi yana ham kattalashadi. Havoning avtomobilga qarshiligi quyidagi sabablardan kelib chiqadi:

- 1) harakat davrida avtomobilning orqa va old qismlarida havo bosimining har xilligi natijasida peshtoqda hosil bo'ladigan qarshilik umumiy qarshilikning 55-60 % ini tashkil etadi;
- 2) avtomobilning qanoti, zinapoyasi, nomeri va boshqalarning qarshiligi (12-18 % ini tashkil etadi);
- 3) havoning radiator orqali kapot tagidan o'tib ko'rsatadigan qarshiligi (10-15% ni tashkil etadi);
- 4) avtomobil kuzovining havoga ishqalanish qarshiligi (8-10 % ni tashkil etadi);
- 5) avtomobilning yuqori va pastki qismlaridagi bosimning har xilligi tufayli sodir bo'ladigan qarshilik (5-8% ni tashkil etadi).

Havoning qarshilik kuchi avtomobilning hir xil nuqtalariga tushganligi sababli uni aniq hisoblash qiyin. Ta'sir etuvchi elementar qarshilik kuchlarining teng ta'sir

etuvchisi avtomobilga havoning qarshilik kuchi P_w deb ataladi. P_w kuch qo'yilgan nuqtani yelkanlik markazi deyiladi. Bu nuqta yo'l tekisligidan h_w balandlikda bo'ladi.

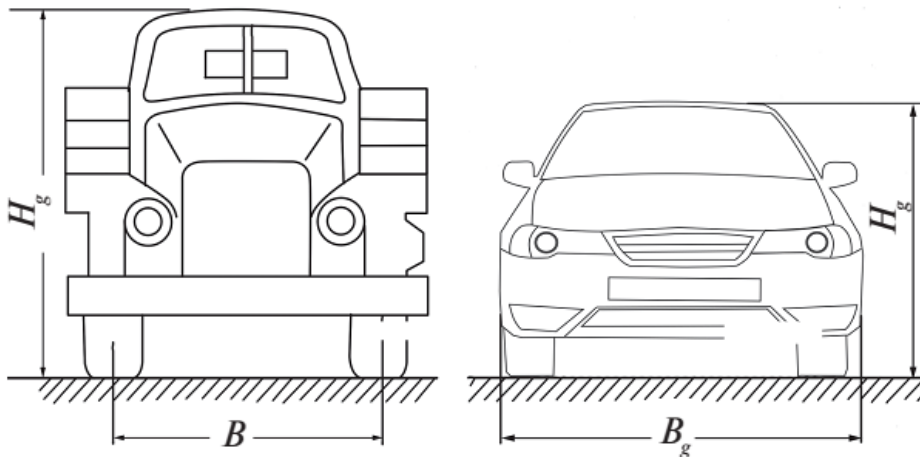


2.10-rasm. Havoning qarshilik kuchi

Avtomobilga havoning qarshilik kuchi quyidagi empirik formuladan topiladi:

$$P_w = \frac{k \cdot F_a \cdot v_a^2}{13}; \quad (2.34)$$

bu yerda: k – havoning qarshiligini yengish koeffitsienti; F_a – avtomobilning old tomonidan qaralgandagi yuzi.



2.11-rasm. Avtomobilning old tomondan qaralgandagi maydoni

Demak, havoning tezligi v_a uning qarshilik kuchiga katta ta'sir ko'rsatadi. Agar $v_a \leq 30 \div 40$ km/soat bo'lsa, v_a birinchi darajada olinadi, $30 \div 40 \leq v_a \leq 150 \div 180$ km/soat bo'lsa, v_a^2 va $v_a \geq 180$ km/soat bo'lsa, v_a^3 bo'ladi.

Havoning qarshiligini yengish koeffitsienti k 1 m/s tezlik bilan harakatlanuvchi avtomobilning 1 m² yuzasiga havoning qarshilik kuchi bilan aniqlanadi.

Avtomobilning old tomonidan qaralgandagi yuzi F_a deb, avtomobilning bo'ylama o'qiga perpendikulyar tekislikka tushirilgan proyeksiyasiga aytiladi. Bu yuzani aniqlash murakkab bo'lganidan uning qiymati yuk mashinalari va avtobuslar uchun quyidagicha hisoblanadi (2.11-rasm).

$$F_a = B \cdot H_g, \text{ } \mathcal{M}^2 \quad (2.35)$$

Yengil avtomobillar uchun esa

$$F_a = 0,78 \cdot B_g \cdot H_g, \text{ } \mathcal{M}^2 \quad (2.36)$$

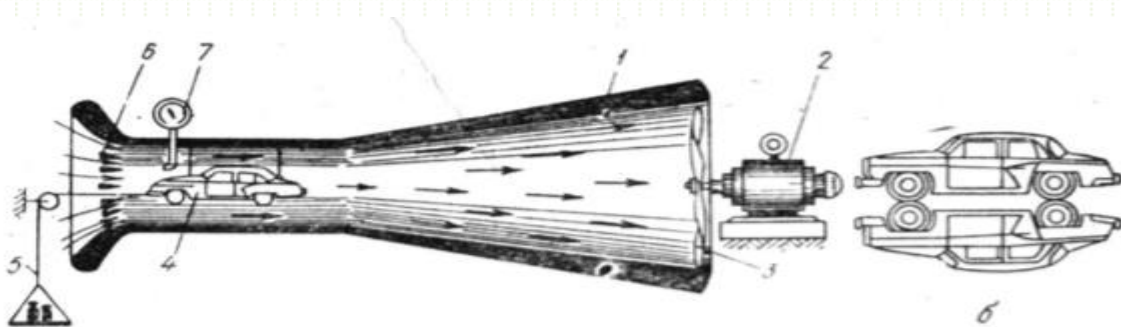
bu yerda: H_g –avtomobilning balandligi; B –ikki g'ildirak orasidagi masofa (koleyasi); B_g –avtomobil eni. $W = k \cdot F_a$ ifoda havo qarshiligini yengish faktori deyiladi.

Avtomobilga havoning qarshilik kuchini aniqlashda zarur bo'ladigan koefitsient qiymatlari 3-jadvalda berilgan.

3-jadval

Avtomobillar	$k, \frac{\kappa\mathcal{Z} \cdot c^2}{\mathcal{M}^4}$	$F_a, \mathcal{M}^2$	$W, \frac{\kappa\mathcal{Z} \cdot c^2}{\mathcal{M}^2}$
Yengil mashinalar:			
Yopiq kuzovli	0,02 ÷ 0,035	1,6 ÷ 2,8	0,03 ÷ 0,10
Ochiq kuzovli	0,04 ÷ 0,05	1,5 ÷ 2,0	0,06 ÷ 0,10
Yuk mashinalar	0,06 ÷ 0,07	3,0 ÷ 5,0	0,18 ÷ 0,35
Vagon tipidagi kuzovli avtobuslar	0,025 ÷ 0,04	4,5 ÷ 6,5	0,11 ÷ 0,26
Poyga mashinalari	0,013 ÷ 0,015	1,0 ÷ 1,3	0,013 ÷ 0,020

Havoning qarshiligini yengish koefitsienti k vibeg metodi (avtomobilning yetakchi g'ildiraklariga kuch ta'sir etmagandagina, ya'ni uzatmalar qutisi neytral holda bo'lgandagi harakati) yoki aerodinamik trubada avtomobil yoxud uning modelini puflash (10-rasm, a) bilan aniqlanadi.



2.12-rasm. Avtomobilning aerodinamikasini sinash: a-aerodinamik tuba sxemasi, b-avtomobil modelining aerodinamik trubada joylashishi.

Aerodinamik trubada tajriba o'tkazish uchun uning ichida avtomobil yoki uning modeli 4 osib qo'yiladi. Trubaning ichiga o'rnatilgan ventilyator 3 havoni yo'naltiruvchi panjara 6 orqali haydab, osib qo'yilgan modelga to'g'iraydi. Havo oqimi modelni F_o kuch bilan o'rnidan qo'zg'atishga harakat qiladi. Tarozi 5 kuch F_o

ni, anemometr 7 esa havoning tezligi v_a ni aniqlaydi. Bu ma'lumotlar bo'yicha ning qiymatlar topiladi.

Aerodinamik trubada haqiqiy kattalikdagi avtomobil puflansa, juda katta o'lchamli truba ventilyator va dvigatel kerak bo'ladi. Shuning uchun aerodinamik trubada avtomobilning $\frac{1}{5} \dots \frac{1}{10}$ qismi kattaligidagi modeli puflanadi.

Aerodinamik trubada avtomobil modeliga havo oqimi har tomondan, yo'l sharoitida esa avtomobilning asosan ustki va yon tomonlaridan ta'sir etadi. Shu sababli trubada bitta avtomobilni puflanganda aniqlangan k ning qiymati haqiqiy koeffitsientdan kichik bo'ladi. Bu kamchilikni yo'qotish uchun tajriba simmetrik joylashtirilgan model yordamida o'tkaziladi (2.12-rasm).

Havo qarshiligini yengish uchun avtomobil sarflagan quvvat quyidagicha aniqlanadi:

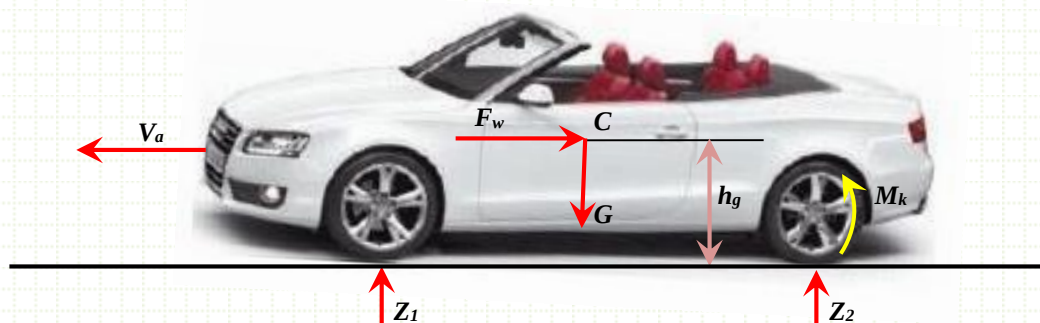
$$N_{\omega} = \frac{P_{\omega} \cdot v_a}{270} = \frac{k \cdot F_a \cdot v_a^3}{3500}, \text{ o.k.} \quad (2.38)$$

2.11. Avtomobilning tezlanishiga qarshilik qiluvchi kuch.

Avtomobilning og'irlik markaziga G_a og'irlik kuchidan tashqari, uning notekis harakatlanishi tufayli paydo bo'ladigan va uning to'g'ri chiziqli tezlanishiga qarshilik qiluvchi F_{ja} inertsia kuchi ham ta'sir etadi. (2.13-rasm).

Avtomobilning tezlanish olish jarayonida yetakchi g'ildiraklar o'zgarmas M_k burovchi moment ta'sirida emas, balki undan miqdor jihatidan farq qiluvchi biror M_o burovchi moment ta'sirida harakatlanadi.

Avtomobilning tezlanishiga qarshilik qiluvchi umumiy inertsia kuchi ikkita tashkil etuvchi ilgarilama va aylanma harakat qiluvchi massalarning inertsialari yig'indisi bilan aniqlanadi, ya'ni:



2.13-rasm. Inertsia kuchining ta'sir sxemasi

$$F_j = F_j' + F_j'' \quad (2.39)$$

Avtomobil tezlanish olish paytida yetakchi g'ildiraklar yarim o'qlardagi burovchi moment quyidagicha aniqlanadi:

$$M_o = \eta_{mp}(M_e - J_m \cdot \varepsilon_m) \cdot i_{mp} - m_a \cdot j_a \cdot r_k - J_r \cdot \varepsilon_k; \quad (2.40)$$

bu yerda: J_m va J_r mos holda dvigatel maxovigiga olib kelingan va g'ildiraklardagi inertsia momentlari, Hmc^2 ; ε_m va ε_k – mos holda dvigatel moxovigining va yetakchi g'ildiraklarning burchak tezlanishlari, rad/s^2 .

Agar

$$\varepsilon_k = \frac{j_a}{r_k} \text{ va } \varepsilon_m = \varepsilon_k = u_{mp} = \frac{j_a}{r_k} \cdot u_{mp} \quad (2.41)$$

munosabatlarni e'tiborga olsak, burovchi moment quyidagicha aniqlanadi:

$$M_o = \eta_{mp} \cdot M_e \cdot u_{mp} - \frac{\eta_{mp} \cdot J_m \cdot u_{mp}^2 + J_k}{r_k} \cdot j_a - \frac{G_a}{g} \cdot j_a \cdot r_k, \quad (2.42)$$

bu yerda: j_a – avtomobilning chiziqli tezlanishi, m/s^2 .

Yetakchi g'ildiraklardagi aylanma tortuvchi kuch quyidagicha aniqlanadi:

$$F_o = \frac{M_o}{r_k} = F_k - \frac{\eta_{mp} \cdot J_m \cdot u_{mp}^2 + J_k}{r_k^2} \cdot j_a - \frac{G_a}{q} \cdot r_k \cdot j_a, \quad (2.43)$$

Ushbu tenglamadan ko'rinadiki, avtomobil tezligining oshib borishi bilan ($j_a > 0$) yetakchi g'ildiraklardagi F_0 aylanma kuch F_k tortish kuchidan kichik bo'ladi. Demak ushbu formuladagi ikkinchi va uchinchi tashkil etuvchilar aylanma harakatda qatnashuvchi massalarning inertsia kuchini ifodalaydi:

$$F_{ja} = [1 + \frac{(\eta_{mp} \cdot J_m \cdot u_{mp}^2 + J_k)g}{G_a \cdot r_k^2}] \cdot G_a \cdot j_a, \quad (2.44)$$

Katta qavs ichiga olingan ifoda alohida belgilanadi:

$$\delta_{a\ddot{u}.l} = 1 + \frac{(\eta_{mp} \cdot J_m \cdot u_{mp}^2 + J_k) \cdot g}{G_a \cdot r_k^2}, \quad (2.44)$$

bu yerda: $\delta_{a\ddot{u}.l}$ – aylanma harakatda ishtirok etuvchi massalarning inertsiasini hisobga oluvchi koeffitsient.

Agar J_m va J_r inertsia momentlarining qiymatlari aniqlanmagan bo'lsa, u holda $\delta_{a\ddot{u}.l}$ miqdor quyidagi empirik formula yordamida hisoblanadi:

$$\delta_{a\ddot{u}.l} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot u_{mp}^2) \cdot \frac{G_a}{G_e} \quad (2.45)$$

bu yerda: G_a – to'la yuklangan avtomobilning og'irligi; G_e – chala yuklangan avtomobilning og'irligi, N; $\delta_1 \approx \delta_2 = 0,3...0,5$

Shunday qilib, avtomobilning tezlanuvchan harakati paytida paydo bo'ladigan inertsia kuchi quyidagicha ifodalanadi:

$$F_{ja} = \frac{G_a \cdot \delta_{a\ddot{u}l} \cdot j_a}{g} \quad (2.46)$$

Avtomobilning tezlanish olish uchun sarflangan quvvati quyidagicha topiladi:

$$N_{ja} = \frac{F_{ja} \cdot v_a}{1000} = \frac{G_a \cdot V_a \cdot \delta_{a\ddot{u}l}}{1000g} \cdot j_a; \quad (2.47)$$

2.12. Yo`lning normal reaksiya kuchlari

Ikki o`qli avtomobilning qiya bo`ylab shig`ov bilan ko`tarilish paytidagi uning oldingi va keyingi g`ildiraklaridagi normal reaksiya kuchlarining taqsimlanishini qarab chiqamiz (3- rasm). Buning uchun avtomobilning oldingi va keyingi o`qlariga nisbatan momentlar yig`indisi tenglamasini tuzamiz va undan noma`lum z_1 va z_2 normal reaksiya kuchlarini aniqlaymiz:

$$Z_1 = \frac{G_a \cdot \cos \alpha \cdot b}{L} - \frac{(F_i + F_{ja})(h_g - r_k) + F_w(h_w - r_k) + (F_k - \frac{\eta_{mp} J_M \cdot u_{mp}^2 + J_k}{r_k^2}) \cdot r_k}{L} - \frac{F_{mup}(h_{mup} - r_k)}{L} \quad (2.48)$$

$$Z_2 = \frac{G_a \cdot \cos \alpha \cdot a}{L} + \frac{(F_i + F_{ja})(h_g - r_k) + F_w(h_w - r_k) + (F_k - \frac{\eta_{mp} J_M \cdot u_{mp}^2 + J_k}{r_k^2}) \cdot r_k}{L} + \frac{F_{mup}(h_{mup} - r_k)}{L} \quad (2.49)$$

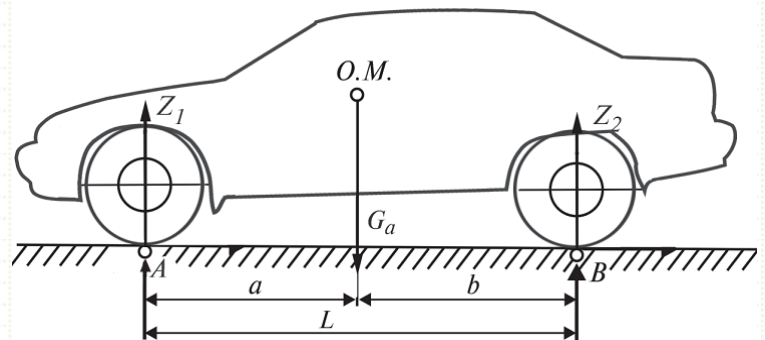
Agar avtomobil gorizontall yo`lda tinch holatda turgan bo`lsa, u holda $\alpha = 0$ bo`lib avtomobilga faqat og`irlik kuchi ta`sir etadi. ya`ni:

$$Z_1 = G_1 = G_a \cdot \frac{b}{L} \quad Z_2 = G_2 = G_a \cdot \frac{a}{L} \quad (2.50)$$

Ushbu (2.46), (2.47) va (2.48) tenglamalardan ko`rinadiki, avtomobil harakat qilgan paytda yo`lning normal reaksiyalari tinch turgan holatdan sezilarli farq qiladi. Yo`lning qiyalik darajasi, shig`ov bilan yurish jadalligi va F_i , F_w va F_{mup} qarshilik kuchlari oshishi bilan oldingi o`qqa tushadigan reaksiya kamayib, orqa o`qning yuklanishi ortadi.

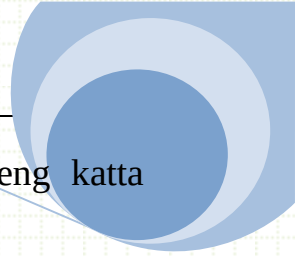
Harakatlanayotgan va tinch turgan avtomobilning oldingi va keyingi g`ildiraklaridagi normal reaksiya kuchlari orasidagi o`zaro nisbat reaksiyaning o`zgarish koeffitsienti bilan baholanadi:

$$m_{\rho 1} = \frac{Z_1}{G_1}; \quad m_{\rho 2} = \frac{Z_2}{G_2};$$



11-rasm. Gorizontall yo`lda harakatsiz turgan avtomobilga ta`sir qiluvchi kuch va momentlar

(2.51)



Avtomobilning shig`ov bilan yurishida ushbu koeffitsientlarning eng katta qiymatlari quyidagicha bo`ladi:

- ✓ oldingi o`qlar uchun: $m_{p1} = 0,65 \dots 0,7$
- ✓ keyingi o`qlar uchun: $m_{p2} = 1,2 \dots 1,35$

Shunday qilib, shig`ov bilan yurish paytida avtomobilning orqa g`ildiraklari oldingilariga nisbatan 1,8...2,0 baravar ko`proq yuklanar ekan.



3-§. Avtomobilning harakatlanish qobiliyati

3.1. Avtomobilning harakatlantiruvchi energiya manbai

Avtomobilni harakatga keltiruvchi asosiy energiya manbai bo'lib ichki yonuv dvigatellari hisoblanadi. Ma'lumki, yonuvchi aralashmaning tsilindrlar ichida yonishi natijasida hosil bo'lgan gazlarning bosim kuchi porshenning bir to'g'ri chiziq bo'ylab ilgariylanma - qaytma harakat qilishga majbur qiladi va ushbu harakat shatun orqali tirsakli valning qo'zg'almas o'q atrofida aylanishini ta'minlaydi. Pirovard natijada tirsakli valda hosil bo'lgan M_e burovchi moment transmissiya orqali yetakchi g'ildiraklarga yetkazilib, F_k tortish kuchi bilan avtomobilni harakatlantiradi.

Avtomobil uchun dvigatel tanlashda dastlab uning tezlik xarakteristikasi qurib olinadi. Buning uchun tirsakli valning ω_N nominal aylanish chastotasiga to'g'ri keluvchi eng katta $N_{e,max}$ quvvati mavjud dvigatellarga tegishli ma'lumotnomalardan olinadi.

Loyihaviy hisoblash yo'li bilan dvigatel tezlik xarakteristikasini qurishda quyidagi empirik formuladan foydalanish tavsiya etiladi:

$$N_e = N_{e,max} \left[a_0 \frac{\omega_e}{\omega_N} + b_0 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c_0 \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right], \quad (3.1)$$

bu yerda: ω_N – tirsakli valning joriy aylanishlar chastotasi, c^{-1} ; a_0 , b_0 , c_0 – dvigatel turiga va konstruktsiyasiga bog'liq o'zgarmas koeffitsientlar; N_e – samarali quvvatning joriy qiymatlari, kBm ;

Tirsakli valning burovchi momenti esa quyidagicha hisoblanadi.

$$M_e = 1000 \cdot \frac{N_e}{\omega_e} \quad (3.2)$$

Yuqorida keltirib chiqarilgan (3.1) va (3.2) formulalarga asoslanib, tirsakli valning ω_e burchak tezligiga bog'liq bo'lgan N_e va M_e miqdorlarning o'zgarishini ifodalovchi egri chiziqlar, ya'ni dvigatelning tezlik xarakteristikasi quriladi.

Tezlik xarakteristikasini qurish orqali loyihalanayotgan dvigatelning $N_{e,max}$ va $M_{e,max}$ nuqtalariga mos keluvchi ω_N va ω_M aylanishlar chastotalari orasidagi farq aniqlanadi. Zamonaviy avtomobil dvigatellarida ushbu nisbat $\omega_M / \omega_N = 0,4...0,7$ oralig'ida bo'lishi maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Avtomobil dvigatellarining ish rejimlari turg'unligiga tirsakli val aylanish chastotasining $M_{e,max}$ qiymatga erishishi sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ushbu jarayon dvigatelning moslashish koeffitsienti bilan baholanadi:

$$k_M = \frac{M_{e \max}}{M_{eN}} \quad (3.3)$$

Moslashish koeffitsienti dvigatelning qisqa vaqt ichida yuqori yuklanishlarga bardosh bera olish xususiyatini xarakterlaydi.

3.2. Avtomobilning umumiy harakat tenglamasi

Avtomobilning harakat tenglamasi uning tortish dinamikasining asosi hisoblanadi. Harakat tenglamasi yordamida yetakchi g'ildiraklardagi tortish kuchi va barcha qarshilik kuchlari o'zaro bog'lanadi.

Umumiy holda to'g'ri chiziqli qiya yo'l bo'ylab ko'tarilayotgan notekis harakatdagi avtomobilga (3.1- rasm) ta'sir etayotgan barcha kuchlarni yo'l sathiga parallel yo'naltirilgan o'qqa nisbatan proyeksiyalab quyidagi tenglamani hosil qilamiz:

$$F_k - F_f - F_i - F_w - F_{ja} = 0; \quad (3.4)$$

Ushbu munosabat avtomobil harakatining umumiy tenglamasi deyiladi.

Umumiy harakat tenglamasini yechishning bir qancha usullari mavjud, masalan:

- 1) harakat tenglamasini differentsial tenglama ko'rinishiga keltirib, uni analitik usulda yechish;
- 2) kuchlar balansi usulidan foydalanish;
- 3) quvvatlar balansi usulidan foydalanish;
- 4) dinamik xarakteristika qurish usulidan foydalanish.

Birinchi usul bilan differentsial tenglamani yechish asosan yangi avtomobillarni loyihaviy hisoblashda faol qo'llaniladi. Qolgan usullar grafik analitik usullar hisoblanib, ushbu usullar orqali harakat tenglamasi sodda va ko'rgazmali ravishda yechiladi. Grafik analitik usullar ko'proq avtomobillar ekspluatatsiyasi bilan bog'liq tortish dinamikasi masalalarini hal etishda ishlatilib, avtomobillarni o'zaro solishtirishda muhim ahamiyatga ega.

(3.4) tenglama quyidagi differentsial ko'rinishga keltiriladi.

$$\frac{G_a \delta_{a \ddot{u}n}}{g} \cdot \frac{dv}{dt} = F_k - F_f - F_i - F_w, \quad (3.5)$$

bu yerda $j_a = dv/dt$ – avtomobilning tezlanishi, m/s^2 ;

Agar (3.5) tenglama tarkibiga kiruvchi barcha kuchlar o'rniga ularning ilgari aniqlangan qiymatlari qo'yilsa va tegishli belgilashlar kiritilsa, quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\frac{dv}{dt} = a_i \cdot v^2 + b_i \cdot v + c_i, \quad (3.6)$$

$$v_N = 0.105 n_N \cdot \frac{r_k}{u_{mp}} \quad (3.7)$$

$$a_i = - \left(\frac{1000 N_{e \max} \cdot \eta_{mp} u_{mp}^3 c_0}{v_N^3} + k_w A_w + k_f G_a \right), \quad (3.8)$$

$$b_i = \left(\frac{1000 N_{e \max} \cdot \eta_{mp} u_{mp}^2 b_0}{v_N^2} \right), \quad (3.9)$$

$$c_i = - \left(\frac{1000 N_{e \max} \cdot \eta_{mp} u_{mp} a_0}{v_N} - G_a \cdot \psi \right), \quad (3.10)$$

bu yerda: a_i , b_i va c_i – avtomobil dvigateli va transmissiyasi parametrlarini, uning konstruktiv xususiyatlarini hamda yo'lning turi va sharoitini hisobga oluvchi koeffitsientlar; $N_{e \max}$ – tanlangan dvigatelning maksimal quvvati, kVt; v_N – tirsakli valning nominal aylanish chastotasi, ayl/min; a_0 , b_0 va c_0 – dvigatelning turi va konstruksiyasini xarakterlovchi o'zgarmas koeffitsientlar.

Olingan (3.6) tenglama avtomobil harakatining tezlik parametrlariga nisbatan transtsendent funktsiya bo'lib, uning yordamida tortish tezlik xususiyatlarining bir qancha ko'rsatkichlari analitik ravishda aniqlanib, tahlil etiladi.

Masalan, avtomobilning tekis to'g'ri chiziqli harakati uchun $\omega = const$, $j_a = 0$ ekanligini e'tiborga olsak, u holda (3.7) formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$a_i \cdot v^2 + b_i \cdot v + c_i = 0, \quad (3.11)$$

Ushbu kvadrat tenglamaning yechimi avtomobilning har bir uzatmadagi eng katta tezligini aniqlaydi:

$$v_{\max} = \frac{-b_i \pm \sqrt{b_i^2 - 4a_i c_i}}{2a_i} \quad (3.12)$$

(3.12) tenglamada ikkita ildiz mavjud bo'lib, berilgan sharoitda dvigatel to'liq yuklanish bilan ishlagan holda avtomobilning ikkita ekstremal harakat tezligiga ega ekanligini ko'rsatadi. (3.8), (3.9), (3.10) munosabatlardan ko'rinadiki, har doim $a_i < 0$ va $b_i > 0$ bo'lganliklari uchun ikkinchi tashkil etuvchi oldida manfiy alomat bo'lsagina, avtomobil maksimal tezlikka erishadi. Agar $c_i < 0$ va $4a_i c_i > b_i^2$ bo'lsa, ushbu holda tezlik mavhum bo'ladi.

3.3. Avtomobilning to'xtovsiz harakatlanish shartlari

Agar avtomobilning yetakchi g'ildiraklariga dvigateldan transmissiya orqali olib kelingan M_k burovchi moment hosil qilgan F_k tortish kuchining miqdori, harakatga

qarshilik qiluvchi jami qarshilik kuchlarining yig'indisidan katta bo'lsa, u holda avtomobilning to'xtovsiz harakatlanish sharti quyidagicha ifodalanadi:

$$F_k \geq F_f + F_i + F_w + F_{ja}, \quad (3.13)$$

Biroq ushbu shartning bajarilishi avtomobilning to'xtovsiz harakatlanishi uchun yetarli emas. Chunki (3.13) munosabatda yetakchi g'ildiraklarning shataksirash holati e'tiborga olinmagan. Avtomobil g'ildiraklari turli xil sharoitlarga ega bo'lgan yo'llar sathida shataksiramasdan harakatlanishi uchun F_φ ilashish kuchining joriy qiymatlari yetakchi g'ildiraklardagi tortish kuchining qiymatidan katta bo'lishi kerak, ya'ni:

$$F_\varphi \geq F_k \geq F_f + F_i + F_w + F_{ja}, \quad (3.14)$$

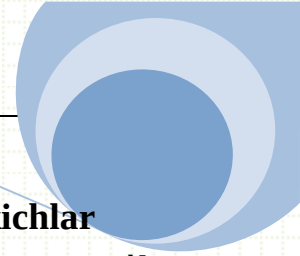
Agar g'ildiraklardagi tortish kuchining miqdori ilashish kuchidan katta bo'lsa, yo'lning xususiyatidan qat'iy nazar shataksirash hodisasining ro'y berishi kutiladi. Shuning uchun ham g'ildiraklar bilan yo'l sathi orasida ishonchli ilashishini ta'minlash uchun, (3.13) munosabat bilan aniqlangan $F_{k(\varphi)}$ miqdorning φ ilashish koefitsientiga bog'liqligini e'tiborga olamiz.

$$F_{k(\varphi)} \geq F_k \geq F_f + F_i + F_w + F_{ja}, \quad (3.15)$$

Ushbu (3.15) shartga asosan ilashish koefitsientining maqsadga muvofiq qiymatlari quyidagicha aniqlanadi:

$$\varphi_{pyx} \geq \frac{\ln|1 + 1/\cos \theta / 2|}{\theta} \quad (3.16)$$

Demak, ayrim cheklanishlarni e'tiborga olgan holda ruxsat etilgan ilashish koefitsienti faqatgina g'ildirak shinasining radial deformatsiyasi ya'ni qamralish burchagiga bog'liq bo'ladi. Ushbu burchakni shinning bosimini oshirish yoki kamaytirishi orqali boshqarish mumkin.



4-§. Avtomobilning tortish-tezlik xususiyati

4.1. Avtomobilning tortish tezlik xususiyatini baholovchi ko'rsatkichlar

Dvigatelning tezlik xarakteristikasiga yoki yetakchi g'ildiraklarning yo'l qoplamasi bilan tishlashishiga bog'liq holda avtomobil harakat tezligining o'zgarish sohasini aniqlovchi xususiyatlar majmuasi tortish tezlik xususiyatlari deyiladi. Bundan tashqari turli xil yo'l sharoitlarida avtomobilning shig'ov bilan yurishdagi chegaraviy jadalligi ham ushbu xususiyatlarga kiradi. Harakatni cheklovchi qarshiliklarni yengish uchun yetarli bo'lgan, dvigateldan yetakchi g'ildiraklarga olib kelingan quvvat tortish rejimini ifodalaydi.

Avtomobillarni tortish tezlik xususiyatlari bo'yicha o'zaro taqqoslash uchun quyidagi ko'rsatkichlardan foydalaniladi:

1) avtomobilning barcha uzatmalaridagi eng katta harakat tezliklari - $v_{\max}^z$; ushbu tezliklar avtomobilning yuqori uzatmalarida yonilg'i to'liq berilgan holda maxsus sinov yo'li oralig'ida o'lchab olinadi;

2) shartli eng katta tezlik- $v_{\max.uapm}$; ushbu o'rtacha tezlik avtomobilning 2000 m yo'l oralig'ida joyidan shig'ov bilan qo'zg'alishdagi so'nggi 400 m. masofadagi ko'rsatkichdir;

3) 400 m va 1000 m belgilangan yo'l oralig'idagi shig'ov bilan yurish vaqti τ_{400} va τ_{1000} hamda belgilangan tezlikka erishish vaqti τ_v ; ushbu parametrlar avtomobilning shig'ov bilan yurish jarayonida $v_{\max.uapm}$ o'lchab olinishi paytida aniqlanadi;

4) shig'ov bilan yurish va harakatning so'nish paytidagi tezlik xarakteristikalari; ushbu xarakteristika $v = f(t)$ va $v = f(s)$ grafiklari bilan ifodalanib, 2000 m yo'l oralig'ida, yonilg'i to'liq berilgan holda avtomobilning joyidan shig'ov bilan yurib $v_{\max}^z$ tezlikka erishishgacha yoki butunlay to'xtab qolgunga qadar tezlikning o'zgarish egri chiziqlarini ifodalaydi;

5) yuqori uzatmalarda shig'ov bilan yurishdagi tezlik xarakteristikasi; bunda ham yuqori uzatmalarda $v = f(t)$ va $v = f(s)$ bog'liqlik egri chiziqlari quriladi; shig'ov bilan yurish $v_{\min}$ tezlikdan boshlab ω_n aylanish chastotasiga mos keluvchi tezlikka erishgunga qadar yonilg'i uzatish pedalini keskin va to'liq bosgan holda o'lchab olinadi;

6) o'zgaruvchan bo'ylama profilga ega bo'lgan yo'ldagi tezlik xarakteristikasi; ushbu xarakteristika notekis yo'llardagi o'rtacha v_{ypm} harakat tezligining maxsus yo'llardagi eng katta ruxsat etilgan v_{pyx} tezligiga bog'liq holda ifodalanadi;

7) eng kichik turg'un harakat tezligi v_{min} ; ushbu miqdor yuqori uzatmada o'lchab olinadi;

8) eng katta yo'l qiyaligi t_{max} ; ushbu qiya yo'l oralig'i uzatmalar qo'tisining eng kichik uzatmasida, yonilg'i to'liq berilgan holda o'zgarmas tezlik bilan ishg'ol etiladi;

9) uzoq cho'zilgan qiya yo'ldagi turg'un harakat tezligi, v_{mnp} ; ushbu tezlik ma'lum uzunlikdagi qiya yo'llarda o'lchab olinadi va u transport oqimining o'rtacha harakat tezligiga ta'sir qiladi;

10) shig'ov paytidagi tezlanish j ; ushbu miqdor avtomobillarning o'zaro quvib o'tishdagi potentsial qobiliyatini aniqlaydi;

11) ilmoqdagi tortish kuchi $F_{u,1}$; ushbu miqdor eng past uzatmada avtomobilning tirkamani yetaklash qobiliyatini aniqlaydi.

4.2. Avtomobilning kuch va quvvatlar balansi

Avtomobil harakatining differentsial tenglamasini kuchlar proyeksiyasi tenglamasi bilan almashtirib, quyidagi ko'rinishda ifodalaymiz:

$$F_k = F_f + F_i + F_w + F_{ja}; \quad (4.1)$$

Ushbu ifoda kuchlar balansi tenglamasi deb yuritiladi.

Avtomobilning dinamik xususiyatini tahlil qilishda kuchlar balansi o'rniga quvvatlar balansi tenglamasi ishlatiladi:

$$N_k = N_e - N_{mp} = N_f + N_i + N_w + N_{ja}; \quad (4.2)$$

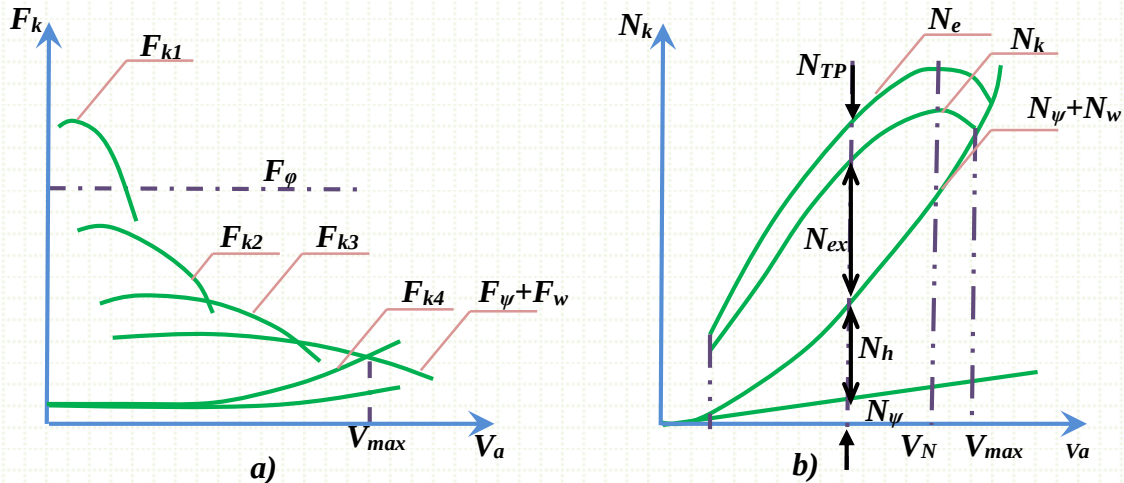
Agar $N = F \cdot v / 1000$ ekanligi e'tiborga olinsa, u holda:

$$N_k = (f \cos \alpha + \sin \alpha + k_w A_w v_a^2 / G_a + \delta_{au,1} j_a / g) \cdot \frac{G_a v_a}{1000} \quad (4.3)$$

Kuchlar va quvvatlar balansi tenglamalaridan foydalanib, ularni grafoanalitik usulda yechish quyidagicha bajariladi (4.1-rasm a,b).

Dastlab, avtomobilning har bir uzatmasi uchun tortish xarakteristikasi grafigi quriladi. $F_k = f(v_a)$ grafigining pastki qismiga yo'lning jami qarshiligi F_{ψ} , so'ngra esa havoning qarshilik kuchi F_w qiymatlari qo'yiladi. $F_{\psi} + F_w$ umumiy qarshilikning yig'indisi avtomobilning o'zgarmas harakat tezligini ifodalaydi. Agar F_k kuchlar egri chiziqlari $F_{\psi} + F_w$ yig'indidan katta bo'lsa, ular orasidagi $F_{3ax} = F_k - (F_{\psi} + F_w)$ zahiradagi kuch hisoblanib, ushbu kuchdan yo'lning ortiqcha qarshiligini yengishda va

avtomobilni qo`shimcha tezlashtirishda foydalanish mumkin. Avtomobilning eng katta tezligini ( $v_{a,max}$ ) aniqlash uchun abstsisa o`qi bo`yicha  $F_k$  va  $F_\psi + F_w$  egri chiziqlarning o`zaro kesishish nuqtasi topiladi. Chunki bu holda $F_{3ax} = 0$, demak $j_a = 0$ bo`ladi. Agar  $F_k$  egri chiziqlari  $F_\psi + F_w$  yig`indidan kichik bo`lsa, avtomobil sekinlashib harakatlanadi.



4.1-rasm. Avtomobilning kuch (a) va quvvatlar (b) balansi

Yetakchi g`ildiraklarning shataksirash ehtimolini aniqlash uchun,  $4 \times 2$  g`ildirak formulali avtomobillarda $F_{\varphi 2} = \varphi \cdot G_2$, 4×4 g`ildirak formulali avtomobillarda esa  $F_{\varphi} = \varphi \cdot G_a$  tishlashish kuchlari aniqlanib, tegishli o`lcham masshtabi bilan abstsissa o`qiga parallel chiziqlar o`tkaziladi. Agar $F_{\varphi 2} \geq F_k$ ekanligi aniqlansa, tezlikning barcha intervallarida avtomobilning to`xtovsiz harakati ta`minlangan bo`ladi va aksincha  $F_{\varphi 2} \leq F_k$  bo`lsa, 10-a rasmdan ko`rinadiki, avtomobil past uzatmada, to  $v_1$  tezlikka erishmaguncha shataksirash holatida bo`ladi.

Quvvatlar balansi grafigi ham xuddi shu tartibda chiziladi. Dastlab avtomobilga o`rnatilishi kerak bo`lgan dvigatelning samarali quvvati N_e hisoblanib (38-formula), uning avtomobil tezligiga bog`liq o`zgarish egri chizig`i aks ettiriladigan quvvat miqdori  $N_{mp}$  hisoblanib,  $N_e - N_{mp}$  ayirma orqali yetakchi g`ildiraklardagi N_k quvvat egri chizig`i quriladi.

Grafikning pastki qismiga $N_\psi = \psi \frac{G_a v_a}{1000}$ chizig`i va undan yuqoriroqda

$N_w = k_w \frac{A_w v_a^3}{1000}$ egri chizig`i aks ettiriladi. Yuqorida ta`kidlanganidek N_k va $N_\psi + N_w$

egri chiziqlari oralig`idagi  $N_{3ax}$  quvvat miqdori, yo`lning ortiqcha qarshiligini yengishda yoki shig`ov bilan yurishda foydalaniladi. Agar dvigatelning drossel



zaslonkasi to'liq ochiq bo'lsa, N_k va $N_{\psi} + N_w$ egri chiziqlari uchrashgan nuqtaning abstsissa o'qidagi qiymati avtomobil erisha olishi mumkin bo'lgan eng katta $v_{\max}$ tezlik miqdorini anglatadi.

Avtomobilni harakatlantirish uchun sarf bo'lgan quvvatning, dvigatel eng yuqori yuklanishda hosil qilgan quvvatiga nisbati quvvatdan foydalanish darajasi deb ataladi:

$$\xi_N = \frac{N_{\psi} + N_w + N_{mp} + N_{ja}}{N_e} \quad (4.4)$$

(58) munosabatdan ko'rinadiki, ξ_N yo'l qoplamasining turi va holatiga, avtomobil tezligiga va transmissiyaning umumiy uzatishlar soniga bog'liqdir. Agar yuqori toifali yo'llarda avtomobil past uzatmalarda sekin harakatlansa, dvigatelning samarali quvvatidan to'liq foydalanmagan bo'ladi.

4.3. Avtomobilning dinamik omili

Yo'lning jami qarshilik koeffitsienti turlicha bo'lgan hollarda kuch va quvvatlar balansi usullaridan foydalanish ko'zlangan natijalarni bermaydi, ya'ni grafiklar soni ko'payib, qo'shimcha vaqt sarfi oshib ketadi. Bundan tashqari turli xil massaga ega bo'lgan avtomobillarni kuch va quvvatlar balansi orqali o'zaro taqqoslash mumkin emas. Avtomobillarning umumiy harakat tenglamasini dinamik omil orqali baholash yuqorida sanab o'tilgan kamchiliklarni bartaraf etadi.

Dinamik omil deb tortish kuchi va havoning qarshilik kuchi orasidagi ayirmaning yoki yo'lning jami qarshiligi bilan tezlanishga qarshilik qiluvchi kuch yig'indisining avtomobil og'irlik kuchiga nisbatiga aytiladi.

Avtomobilning harakat tenglamasini quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$F_{\kappa} - F_w = F_{\psi} + F_{ja} \quad (4.5)$$

Ushbu tenglikning har ikkala tomonini avtomobilning og'irlik kuchiga bo'lib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$D = \frac{F_{\kappa} - F_w}{G_a} = \frac{F_{\psi} + F_{ja}}{G_a} \quad (4.6)$$

bu yerda: D - avtomobilning dinamik omili.

(4.6) tenglikning birinchi qismiga tegishli dinamik omil asosan avtomobilning konstruktiv xususiyatlariga bog'liq bo'ladi va uni har bir avtomobil uchun alohida aniqlash mumkin. Quyi uzatmalarda yuqori uzatmalarga qaraganda tortish kuchining oshishi va havo qarshiligining kamayishi hisobiga dinamik omil katta bo'ladi.

(4.6) tenglikning ikkinchi qismi dinamik omilni yo'l xususiyati va sharoitlari bilan bog'laydi, ya'ni

$$D = \frac{F_{\psi} + F_{ja}}{G_a} = \Psi + \frac{\delta_{a\ddot{u}n}}{g} \cdot j_a \quad (4.7)$$

Agar avtomobil tekis harakat qilayotgan bo'lsa, $v_a = \text{const}$, $j_a = 0$ bo'lib, u holda

$$D = \Psi \quad (4.8)$$

Eng katta dinamik omil deb, avtomobilning birinchi uzatmada o'zgarmas tezlik bilan harakatlanib, yo'lning eng katta qarshiligini yengish qobiliyatiga aytiladi.

$$D_{\max} = \Psi_{\max} \quad (4.9)$$

Demak, $v_{\max}$, $D_{\max}$ va D_{σ} miqdorlar avtomobil dinamikasining asosiy ko'rsatkichlari hisoblanadi.

Avtomobilning to'xtovsiz harakatlanish sharti quyidagicha ifodalanadi:

$$D \geq \Psi \quad (4.10)$$

Yetakchi g'ildiraklarning tishlashish sharti bo'yicha dinamik omili:

$$D_{\varphi} = \varphi \cdot \frac{G_2}{G_a} \quad (4.11)$$

Avtomobilning shataksiramasdan harakatlanishi uchun quyidagi shart bajarilishi lozim:

$$D_{\varphi} \geq D \geq \Psi \quad (4.12)$$

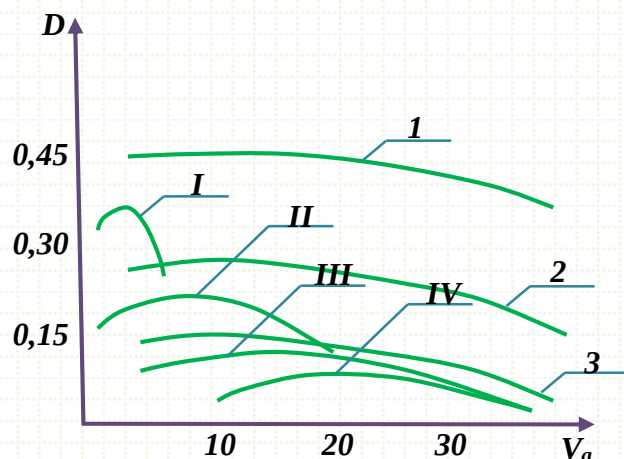
Avtomobil dinamik omilining turli xil uzatmalarda uning tezligiga bog'liq grafigi dinamik xarakteristika deb ataladi (4.2-rasm).

Dinamik xarakteristikaga asoslanib, avtomobilning tortish tezlik xususiyati to'g'risida quyidagi ma'lumotlarni olish mumkin:

1) yuqori uzatmadagi eng katta dinamik omil $D_{\max}$ avtomobil yengib o'tishi mumkin bo'lgan yo'lning eng katta qarshilik sohasi;

2) kritik harakat tez-

ligi v_{kp} , $D_{\max}$ dinamik omilga mos kelib, yuqori uzatmalarda, dvigatel to'liq yonilg'i berish rejimida ishlaganda avtomobilning turg'un harakatlanishiga to'g'ri kelgan tezlik; agar $v > v_{kp}$ bo'lsa, yo'lning qarshiligi oshib, tezlikni kamaytiradi; bu shart



4.2-rasm. Avtomobilning dinamik xarakteristikasi.
I-IV-har bir uzatma uchun dvigatel quvvati bo'yicha;
1-3-ilashush bo'yicha $\varphi=0,8; 0,4; 0,2$

bajarilganda dvigatel turg'un ishlab, avtomobil tekis harakatlanadi. $v < v_{kp}$ bo'lgan holda yo'l qarshiligining oshishi dinamik omilning kamayishiga sabab bo'ladi, ya'ni dvigatel to'xtab qoladi;

3) quyi uzatmadagi eng katta dinamik omil $D_{max I}$ – avtomobil yengishi mumkin bo'lgan eng katta yo'l qarshiligini ifodalaydi;

4) eng katta harakat tezligi $v_{max} - D = f(v)$ va $\psi = f(v)$ egri chiziqlarning kesishish nuqtasi bo'lib, $j_a = 0$ bo'lgan uchun, $D = \Psi$; umuman olganda $\Psi = f(v)$ egri chizigi parabola shaklida bo'lib, ordinata o'qini $\Psi = f_a \cos \alpha + \sin \alpha$ nuqtada kesib o'tadi. Xususiyl holda $\Psi = const$, ya'ni o'zgarmas qiymatga ega bo'lib, abtsissa o'qiga parallel bo'lgan chiziq bilan ifodalanadi.

Avtomobil tekis harakatlanganda, ($v_a = const$) yo'lning maksimal qiyaligini aniqlash uchun $D = \Psi$ munosabatdan foydalanib, $D = f_a + i$ va bundan $i = -f_a$ ekanligini aniqlaymiz va $i = tg \alpha$, $\alpha = arctg i$ ni topib, avtomobil harakatlanishi mumkin bo'lgan yo'lning qiyalik burchagini hisoblaymiz.

4.4. Avtomobilning dinamik pasporti

Dinamik xarakteristika, yuklanish nomogrammasi va shataksirashni nazorat qilish grafigining umumiy yechimi avtomobilning dinamik pasporti deyiladi.

Dastlab to'liq yuklangan avtomobilning dinamik xarakteristikasi aniqlanadi. Agar avtomobilning og'irligi G_a dan biror G miqdorgacha o'zgarib turishini e'tiborga olsak, dinamik omil ham o'zgaruvchan bo'ladi:

$$D_0 = D_a \cdot \frac{G_a}{G} \quad (4.13)$$

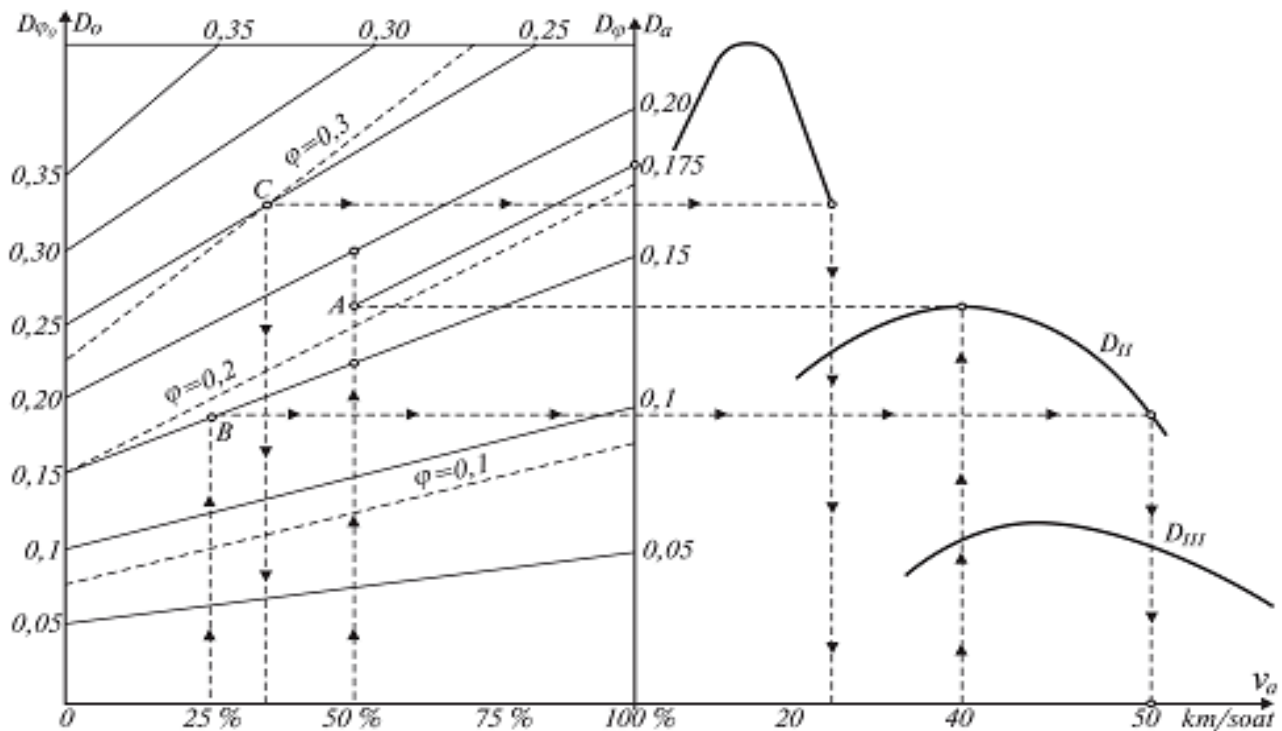
Avtomobilning har bir yuklanishida dinamik omilni qaytadan hisoblab o'tirish o'rniga yuklanishlar nomogrammasidan foydalanish tavsiya etiladi. Yuklanishlar nomogrammasini qurish uchun dinamik xarakteristikaning abtsissa o'qi chap tarafga davom ettirilib, bu o'qqa ixtiyoriy uzunlikdagi kesma o'lchab qo'yiladi. Kesмага yuk avtomobillari uchun foizlar ko'rinishida yuklanish miqdori, yo'lovchi avtomobillar uchun esa yo'lovchilar soni shkalasi qo'yiladi. Yuklanish shkalasining nol nuqtasidan boshlab D_a ordinata o'qiga parallel bo'lgan vertikal to'g'ri chiziq o'tkaziladi. Ushbu yangi o'qqa avtomobilning yuklanmagan holdagi D_0 dinamik omilining shkalasi o'lchab qo'yiladi. D_0 dinamik omil shkalasi uchun α_0 masshtab miqdori tanlanadi:

$$\alpha_0 = a_a \cdot \frac{G_a}{G_0} \quad (4.14)$$

bu yerda a_a - to'la yuklangan avtomobilning dinamik omil shkalasining masshtabi; G_o - avtomobilning haydovchi bilan birgalikdagi xususiy og'irligi, n .

D_a va D_o shkalalarining bir xil qiymatlari o'zaro to'g'ri chiziqli yordamida birlashtiriladi (4.3-rasm).

Yuklanishlar nomogramma-sidagi qiya chiziqlar dinamik omilning yaxlitlangan, butun qiymatlariga mos keladi. Dinamik omilning oraliq qiymatlarini aniqlash uchun interpolatsiyalash usulidan foydalaniladi.



4.3-rasm. Avtomobilning dinamik pasporti

Masalan, nomogrammada ixtiyoriy tanlab olingan A nuqta avtomobilning 80% yuklanish holatiga mos kelgan bo'lsin. Dastlab A nuqtadan abstsissa o'qiga parallel chiziqli o'tkazib, uning D_{aIV} egri chizig'i bilan uchrashish nuqtasini aniqlaymiz. So'ngra vertikal chiziqli yordamida avtomobilning harakat tezligini aniqlaymiz ($v_a = 25 \text{ m/c}$). A nuqta dinamik omilning 0,05 va 0,1 oraliq'idagi miqdorga to'g'ri kelishini bilgan holda, ushbu oraliqni bir necha teng bo'laklarga bo'lib, A nuqta uchun dinamik omil taxminan 0,09 ga teng bo'lishini hisoblab topish mumkin.

Shataksirashni nazorat qilish grafigi ilashish bo'yicha dinamik omilning yuklanishiga bog'liqligini ifodalab, yetakchi g'ildiraklarning shataksirash imkoniyatini aniqlaydi. Dastlab $\varphi_x = 0,1$ qiymatdan boshlab ilashish koeffitsientining bir qancha joriy qiymatlari uchun avtomobilning to'la va chala yuklanish holatlari

uchun $D_{a\varphi}$ va $D_{o\varphi}$ ilashish bo'yicha dinamik omillar formulalar yordamida hisoblab olinadi.

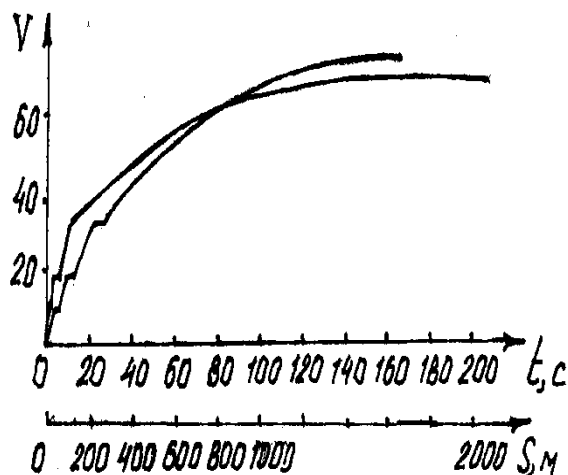
$$D_{a\varphi} = \frac{\varphi \cdot G_2}{G_a}; \quad D_{o\varphi} = \frac{\varphi \cdot G_{o2}}{G_o} \quad (4.15)$$

bu yerda G_{o2} – avtomobilning yuklanmagan holatida yetakchi g'ildiraklari qabul qiladigan og'irlik kuchi, H .

Shundan keyin $D_{a\varphi}$ ning qiymatlari yuklanishlar nomogrammasining D_a shkalasi bo'yicha, $D_{o\varphi}$ qiymatlar esa D_o shkalasi bo'yicha qo'yib chiqiladi va topilgan nuqtalar shtrix chiziqlar orqali o'zaro tutashtiriladi.

Shataksirashni nazorat qilish grafigidan foydalanib, yetakchi g'ildiraklari yo'l bilan ilashishda bo'lganda avtomobilning harakatiga qo'yiladigan cheklanishlarni aniqlash mumkin. Masalan, berilgan yuklanish va Ψ qarshilik koeffitsienti miqdoriga qarab, φ_x ilashish koeffitsientining eng kichik qiymatlarini aniqlash mumkin. Rasmdan ko'rinadiki, $H = 40$ foiz va $\Psi = 0,2$ bo'lganda, $\Psi = 0,27$ ga teng bo'lishi aniq bo'ladi (C nuqta). Avtomobil Ψ ning ushbu qiymatida faqat birinchi uzatmada harakatlanishi mumkin bo'ladi. Agar yo'lning qarshiligi avtomobilning harakatlanishiga to'sqinlik qilmasa, u eng katta tezlik bilan harakatlanishi mumkin.

4.5. Avtomobilning shig'ov bilan harakatlanishi



4.4-rasm. Avtomobilning shug'ov bilan yurishdagi tezlik xarakteristikasi

Avtomobillarni shahar sharoitida sinash shuni ko'rsatadiki, 15...25 foiz hollarda ular tekis harakat qilsa, 30...45 foiz harakat tezanishi uchun, 30...40 foiz harakat esa sekinlashish va salt yurish uchun sarflanadi.

Avtomobilning notekis harakatlengandagi dinamik xususiyatlari tezlanish miqdori, bosib o'tilgan yo'l va sarflangan vaqt bilan baholanadi. Notekis harakat tezlanuvchan yoki sekinlashuvchan bo'lishi mumkin.

Avtomobilning eng kichik turg'un tezliklarda shig'ov bilan yurish jadalligining eng katta qiymatlarini aniqlash uchun haydovchi tomonidan drossel zaslonka keskin va to'liq ochiladi hamda shu holatda ushlab turiladi. Tezlik, yo'l va vaqtning harakat davomida o'zgarishi maxsus sinov

asboblari yoki ostsillograf yordamida yozib olinadi. Olingan natijalarga asoslanib dastlab shig'ov bilan yurish jadalligi grafigi $t = F(s)$ chiziladi, so'ngra $v - s$ va $v - t$ koordinatalar sistemasi tanlanib, shig'ov bilan yurish payti bosib o'tilgan yo'l S va sarflangan vaqt t grafiklari ko'riladi (4.4-rasm).

Shig'ov bilan yurish paytidagi eng katta tezlanish miqdori akselerometr asbobi bilan qayd etiladi. Tezlanishning joriy qiymatlarini aniqlash uchun avtomobil tezligining vaqtga bog'liq $v = f(t)$ (4.4-rasm) egri chizig'i grafik usulda differentsiallanadi.

$$j_{yp} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \quad (4.16)$$

Agar avtomobilning dinamik ko'rsatkichlarini tajriba orqali aniqlashning iloji bo'lmasa, u holda nazariy usulda hisoblash ishlari bajariladi. Buning uchun dastlab harakat tenglamasidan foydalanib tezlanish miqdorlari aniqlanadi, shundan so'ng aniq integrallash yo'li bilan vaqt va yo'l qiymatlari hisoblab topiladi. Shig'ov paytidagi tezlanish dvigatel quvvatidan to'liq foydalangan va yetakchi g'ildiraklarda shataksirash yo'qolgan hollarda avtomobilning qattiq qoplamali, yaxshi sifatli gorizontol yo'lda ($i = 0$) harakatlanish davomida aniqlanadi.

$$j_a = \frac{D - f}{\delta_{a\ddot{u}l}} \cdot g \quad (4.17)$$

Dinamik harakteristika grafigida tezlikning bir qancha qiymatlari belgilanib, unga mos keluvchi dinamik omil D qiymatlari topiladi va (4.17) formula yordamida j_a tezlanish hisoblanadi.

Bunda:

$$f = f_o \left(1 + \frac{v_a^2}{1500}\right) \quad (4.18)$$

bu yerda: f_o – avtomobilning kichik tezliklardagi qarshilik koeffitsienti.

Aniqlab olingan tezlanish va tezlik miqdoriga asoslanib, $j_a = f(v_a)$ grafigi quriladi.

Avtomobilning shig'ov bilan yurish paytida bosib o'tgan yo'li va vaqti grafoanalitik usulda aniqlanadi. Uzatmalarni almashtirish vaqti haydovchining malakasiga, uzatmalar qutisining konstruksiyasiga va dvigatel turiga bog'liq bo'ladi.

Uzatmalarni almashtirish davomida avtomobil tezligining kamayishi Δv_n quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta v_n = 9,3\Psi \cdot t_n \quad (4.19)$$

Mos holda, bosib o`tilgan yo`l:

$$S_n = v_n \cdot t_n \quad (4.20)$$

bu yerda: v_n - uzatmalarni almashtirish davomidagi avtomobilning o`rtacha tezligi.

4.6. Avtomobilning salt harakatlanishi

Avtomobilning ketma-ket to`xtab, so`ngra shig`ov bilan yurishda yoki o`zaro almashinib turuvchi ko`tarilish va tushishga ega bo`lgan yo`llarda salt harakatlanish hodisasi kuzatiladi. Salt harakat paytida dvigatel transmissiyadan uzib qo`yiladi, yetakchi g`ildiraklarga burovchi moment uzatilmaydi, ya`ni tortish kuchi mavjud bo`lmaydi.

Odatda avtomobilning salt harakatlanishidagi dinamik xususiyati ko`rsatkichlari qattiq qoplamaga ega bo`lgan gorizontal yo`l uchastkasida aniqlanib olinadi. Buning uchun avtomobil  $v_a = 14 \text{ m/c}$  turg`un tezlikka erishgunga qadar shig`ov bilan yurib borib, so`ngra nazoratchining ishorasi bilan ilashish muftasi dvigateldan ajratiladi. Avtomobilning tezligi, bosib o`tilgan yo`l va sarflangan vaqt maxsus o`ziyozar asboblari orqali qayd etiladi.

Salt yurish davomida avtomobilning harakat tenglamasi quyidagicha yoziladi.

$$\delta_c \cdot \frac{G_a}{g} \cdot j_a = F_i + F_f + F_w + F_{mp} \quad (4.21)$$

bu yerda: F_{mp} – yetakchi g`ildiraklarga olib kelingan transmissiyaning ishqalanish kuchi.

$$F_{mp} = (2 + 0,09v_a) \cdot G_a / 1000 \quad (4.22)$$

Sekinlashish miqdorini (75) tenglikdan $\delta_c = 1,05$ bo`lgan hol uchun quyidagicha aniqlash mumkin:

$$j_a = 9,3 \frac{F_i + F_f + F_w + F_{mp}}{G_a} \quad (4.23)$$

Salt yurish paytida tezlanish yoki sekinlashishning avtomobil tezligiga bog`liqligi asosan yo`lning gorizontga nisbatan qiyaligi bilan baholanadi.

Avtomobil nisbatan kichik tezliklarda harakatlanganda F_w va F_{mp} qarshilik kuchlarini e`tiborga olmaslik mumkin. U holda salt yurish paytidagi sekinlashish quyidagicha aniqlanadi.

$$j_c = 9,3 \frac{F_\psi}{G_a} = 9,3\Psi \quad (4.24)$$

4.7. Ekspluatatsiyada uchraydigan faktorlarning tortish dinamikasiga ta'siri

Avtomobilning nazariy yoki tajriba yo'li bilan aniqlangan dinamik ko'rsatkichlari uning ayrim sharoitdagi harakatlar uchun mosdir. Masalan, yo'l to'g'ri va tekis bo'lsa, uning umumiy qarshiligi ψ o'zgarmaydi, harakatda o'zgaruvchi to'siqlar uchramaydi. Avtomobilning hisoblangan dinamik ko'rsatkichlari uning eng yuqori imkoniyatlarini aniqlaydi. Avtomobilni hisoblash natijasida va tajriba yo'li bilan aniqlangan dinamik ko'rsatkichlari bir-biridan ancha farq qiladi. Bunga avtomobilning texnikaviy holati va ishlash sharoitlarining o'zgarishi sabab bo'ladi.

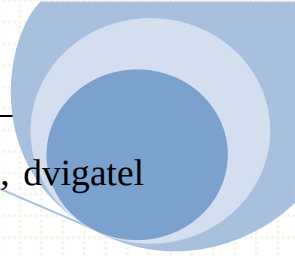
Avtomobilning texnikaviy holati deb, uning transport ishini bajarishga tayyorligi, ya'ni mexanizm, agregat va priborlarning texnikaviy ekspluatatsiya qoidalarida ko'rsatilgan normalarga muvofiqligi tushuniladi. Avtomobil uzoq vaqt ishlaganda detallarining yeyilishi, sozining o'zgarishi va h.k. lar uning texnikaviy holatini yomonlashtiradi, natijada avtomobilning ekspluatatsion xususiyatlari o'zgaradi. Porshen gruppasi detallarining yoyilishi, klapanlarning o'z o'rniga jips o'rnashmasligi, yonilg'i yondirish paytining noto'g'ri bo'lishi va h.k. lar dvigatel quvvatining kamayib ketishiga sabab bo'ladi. Masalan, yondirish payti kechiksa, dvigatel quvvati ancha kamayadi. Agar yondirish payti juda ilgarilab ketsa, dvigatelda detonatsiya boshlanadi. Dvigatel quvvatining o'zgarishi avtomobil tortish dinamikasini yomonlashtiradi.

Ekspluatatsiya davrida avtomobil shassining texnikaviy holati yomonlashadi, mexanizmlar so'zi tez buziladi. Masalan, bosh uzatma podshipniklari qattiq tortilgan bo'lsa, yoki konussimon shisternyalarning tishlashishi noto'g'ri bo'lsa, transmissiyadagi ishqalanishni yengishga sarf bo'ladigan energiya katta bo'ladi, avtomobilning dinamikasi yomonlashadi. Tormozlarning yoki oldingi g'ildiraklarning yaqinlashuvi noto'g'ri sozlansa, dinamik ko'rsatkichlar pasayadi.

Avtomobil dinamikasi yomonlashganda uning puxta ishlash vaqti, maksimal tezligi va tezlanish qobiliyati pasayadi. Kapital remont qilingan avtomobilning maksimal tezligi 10-12 % kamayadi: maksimal tezlikka erishish uchun tezlanishga sarf bo'ladigan vaqt yangi avtomobildagiga nisbatan 25-30 % ko'p bo'ladi.

Avtomobil ekspluatatsion xususiyatlarining yomonlashishiga sifatsiz yonilg'i va moyning ishlatilishi sabab bo'ladi. Siqish darajasi katta bo'lgan dvigatellarda kichik aktan sonli benzin ishlatilsa, detonatsiya sodir bo'ladi, bu esa dvigatel quvvatini kamaytiradi.

Benzin uzoq vaqt ishlatilmasdan saqlansa, unda smolalar paydo bo'ladi va u kiritish trubasida qattiq qatlam hosil qilib o'tish yuzasini kamaytiradi. Natijada



yonuvchi aralashmaning tsilindrlarga bir tekis taqsimlanishi yomonlashadi, dvigatel quvvati 15-20 % kamayadi.

Dvigatelning quvvati avtomobilni ekspluatatsiya qilish sharoitiga qarab o`zgaradi. Avtomobil sovuq sharoitda ekspluatatsiya qilinsa, yonuvchi aralashmani tayyorlash va uning yonish sharoiti o`zgaradi hamda issiqlikni atmosferaga uzatish ko`payadi. Agar avtomobil issiq iqlim sharoitida ekspluatatsiya qilinsa, dvigatel qizib ketadi, tsilindrlarning havo siyrakligidan yonilg`i bilan to`lishi yomonlashadi, yonilg`i uzatish sistemasida, trubalarda bug` pufakchalari hosil bo`ladi. Ko`rsatilgan faktorlarning dvigatelning effektiv quvvatini kamaytiradi, natijada avtomobilning dinamikasi yomonlashadi. Avtomobilning konstruksiyasidagi afzalliklar uning texnikaviy holati yaxshi bo`lgandagina tortish dinamikasiga ijobiy ta`sir etishi mumkin. Shuning uchun avtomobilning agregat va uzellarini o`z vaqtida texnikaviy ko`rikdan o`tkazib turish lozim..

5.1. Tormozlanish xususiyatini baholovchi ko`rsatkichlar

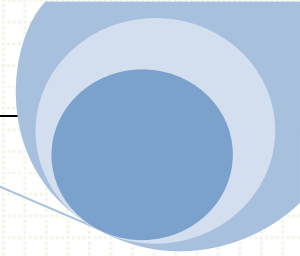
Tormoz tizimlarining samaradorligi quyidagi ko`rsatkichlar bilan baholanadi:

- Avtomobilning tormozlanish xususiyati ko'rsatkichlarini aniqlash uchun, to'la yuklangan avtomobil tekis yo'lining to'g'ri va gorizontal uchastkalarida maksimal jadallik bilan tormozlanadi. Sinash paytida shinadagi bosim normal, proyektor naqshlarining balandligi 50 %dan ortiq yeyilmagan bo'lishi kerak. Tormoz yo'lining uzunligi bo'yoq moddasi bilan to'ldirilgan maxsus pistolet yordamida, tormozlanish vaqti elektron sekundomer bilan, sekinlashishning maksimal qiymati inertsiya akselerometr bilan, sekinlashishning o'zgarishi esa «yo'l-vaqt-tezlik» asbobi yordamida aniqlanadi.

5.2. Avtomobilning tormozlanish tenglamasi

A schematic diagram of a vehicle on an inclined plane. The vehicle is represented by a silhouette. The inclined plane is shown as a line sloping upwards from left to right, with a normal vector Z_2 perpendicular to it. The angle of the incline is α . The vehicle's center of mass is at $O.M.$ with a weight force G_o acting vertically downwards. The distance from the front wheel to the center of mass is a , and from the center of mass to the rear wheel is b . The total wheelbase is L . At the front wheel, there is a normal force P_{f_1} and a longitudinal force P_{t_1} . At the rear wheel, there is a normal force P_{f_2} and a longitudinal force P_{t_2} . A wind force P_w acts horizontally on the front of the vehicle. At the rear of the vehicle, a force P_{s_2} acts along the incline. A resultant force P_j acts at an angle α from the vertical at the center of mass. A vertical force P_{j_0} is also indicated near the center of mass.

62



Ma'lumki, avtomobil ikki xil usul bilan tormozlanadi:

- 1) dvigatelni transmissiyadan ajratmasdan tormozlash;
- 2) dvigatelni transmissiyadan ajratib tormozlash.

Tormozlanish paytida avtomobil quyidagi kuchlar ta'sirida harakatda bo'ladi:

1) tormozlanishga yordam beruvchi kuchlar:

- g'ildiraklardagi F_{T1} va F_{T2} tormoz kuchlari;
- havoning qarshilik kuchi- F_w ;
- yo'lning qarshilik kuchi - F_Ψ ;
- dvigatel detallarining ishqalanish kuchi- F_g ;
- transmissiyani salt aylantirish uchun sarflangan kuch- F_{mp} ;

2) tormozlanishga qarshilik qiluvchi kuch:

- avtomobilning og'irlik markaziga qo'yilgan inertsia kuchi- F_{jc} ;
- g'ildiraklardagi vertikal reaksiya kuchlari- z_1 va z_2

Tormozlanish paytida avtomobilga ta'sir etuvchi barcha kuchlarni yo'l tekisligiga parallel yo'nalgan o'qqa proyeksiyalab, quyidagi harakat tenglamasiga ega bo'lamiz:

$$F_{T1} + F_{T2} + F_\Psi + F_w + F_g + F_{mp} - F_{jc} = 0 \quad (5.1)$$

yoki

$$\frac{G_a}{g} \cdot \delta_{mop} \cdot j_c = F_{T1} + F_{T2} + F_\Psi + F_w + F_g + F_{mp} \quad (5.2)$$

bu yerda: $\delta_{mop} = 1,05$ – tormoz paytida aylanuvchi massalar inertsiasini hisobga oluvchi koeffitsient.

Agar avtomobil dvigateldan ajratib tormozlansa, u holda $u_{mp} = 0$ va $F_g = 0$ bo'ladi hamda tormozlanish paytida tezlik keskin kamayganligi uchun $F_w \approx 0$ va gorizontal tekis yo'l uchun $\alpha = 0$, demak $F_i = 0$ va $F_\Psi = F_f$ bo'ladi, ya'ni:

$$\frac{G_a}{g} \cdot \delta_{mop} \cdot j_c = F_T + F_f + F_{mp} \quad (5.3)$$

bu yerda: $F_T = F_{T1} + F_{T2}$ - umumiy tormoz kuchi.

Tormoz kuchining eng katta qiymati g'ildirak shinasining yo'l qoplamasi bilan ilashish kuchiga teng deb qabul qilinadi:

$$F_{Tmax} = F_\varphi = \varphi \cdot G_a \quad (5.4)$$



Yuqori toifali quruq yo'llar uchun φ ilashish koeffitsienti 0,8...0,9 oralig'ida bo'lishi hisobga olinsa, bunday yo'llarda tormoz kuchining miqdori avtomobil og'irligining 80...90 %ga yetishi mumkin. Demak tormoz mexanizmining o'zaro ishqalanuvchi yuzalari orasidagi M_{mop} tormozlovchi momentning qiymati avtomobil g'ildiraklari shinasi bilan yo'l qoplamasi orasidagi F_{Tmop} tormoz kuchini hosil qilish uchun yetarli bo'lishi kerak.

(81) formuladan tormozlanish paytidagi sekinlashish miqdori aniqlanadi:

$$j_c = \frac{F_T + F_f + F_{mp}}{\delta_{mop} \cdot G_a} \cdot g \quad (5.5)$$

Agar tormozlanishda faqat tormoz kuchi va yo'lning jami qarshiligi e'tiborga olinsa, u holda tormozlanishdagi avtomobil harakatining tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$\varphi + \Psi - \frac{\delta_{mop}}{g} \cdot j_c = 0 \quad (5.6)$$

5.3. Samarali tormozlanish sharti

Harakatdagi avtomobilning kinetik energiyasini kamaytirish yoki batamom so'ndirish uchun tormoz tizimi samarali va aniq ishlash talab etiladi.

Avtomobilning tormozlanish jarayonida tormozlovchi kuchning eng katta qiymati g'ildiraklar bilan yo'l qoplamasi orasidagi ilashish kuchiga tenglashguncha davom etadi:

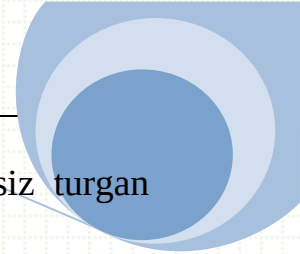
$$F_{Tmop} = F_{\varphi} \quad (5.7)$$

Ushbu tengsizlik avtomobilning samarali tormozlanish shartidir.

Agar $F_T < F_{\varphi}$ bo'lsa, shina bilan yo'l qoplamasi orasida ilashish bo'yicha zahira bo'lib, g'ildiraklar blokirovka qilinmagan, avtomobilning harakati esa turg'un bo'ladi, agar $F_T = F_{\varphi}$ bo'lsa, ilashish bo'yicha zahiradan to'la foydalanilgan bo'ladi, bunda g'ildiraklar blokirovka arafasida, avtomobilning harakati esa noturg'un bo'ladi, agar $F_T > F_{\varphi}$ bo'lsa, g'ildiraklar to'liq blokirovka qilingan va faqat sirpanib harakatlanadi.

5.4. Tormoz kuchlarining o'qlararo taqsimlanishi

Avtomobil tormozlanganda, uning og'irlik markazida harakat yo'nalishi bo'yicha F_{jc} inertsia kuchining paydo bo'lishi tufayli, avtomobilning oldingi va keyingi o'qlardagi vertikal reaksiya kuchlarining miqdori o'zgarib, tormoz kuchlarining mos ravishda o'qlararo qayta taqsimlanishi yuz beradi. Shuning uchun ham tormozlanish paytida avtomobilning oldingi va keyingi o'qlariga ta'sir etuvchi Z_1



va Z_2 normal reaksiya kuchlarining miqdorlari, avtomobilning harakatsiz turgan holdagi G_1 va G_2 bosim kuchlaridan keskin farq qiladi.

14-rasmdan foydalanib, tekis gorizontall yoʻlda tormozlanayotgan avtomobilga taʼsir etuvchi kuchlardan gʻildiraklarning yoʻlga tegib turgan nuqtalariga nisbatan momentlar tenglamasini tuzib, Z_1 va Z_2 normal reaksiya kuchlarini topamiz:

$$Z_1 = \frac{G_a \cdot \epsilon + F_{jc} \cdot h_g}{L}; \quad Z_2 = \frac{G_a \cdot a - F_{jc} \cdot h_g}{L}; \quad (5.8)$$

Bu yerda, shartli ravishda tormoz kuchi inertsiya kuchiga teng deb olinadi: $F_T = F_{jc}$

(5.8) formulalardan koʻrinadiki, tormozlanish paytida oldingi gʻildiraklardagi reaksiya kuchlari oshib, keyingisida esa kamayadi.

Demak, Z_1 va Z_2 kuchlari qayta taqsimlanganligi uchun oldingi va keyingi gʻildiraklardan $F_{T1} > F_{T2}$ tormozlovchi kuchlar ham oʻz qiymatlarini oʻzgartirishlari lozim.

(86) ning har ikkala tomonini G_a avtomobil ogʻirlik kuchiga boʻlib, normal reaksiya kuchlarining qayta taqsimlanish koeffitsientlari aniqlanadi:

$$\beta_1 = \frac{\epsilon + \gamma_T \cdot h_g}{L}; \quad \beta_2 = \frac{a - \gamma_T \cdot h_g}{L}; \quad (5.9)$$

bu yerda: $\beta_1 = Z_1 / G_a$, $\beta_2 = Z_2 / G_a$, $\gamma_T = F_T / G_a$; γ_T — solishtirma tormoz kuchi.

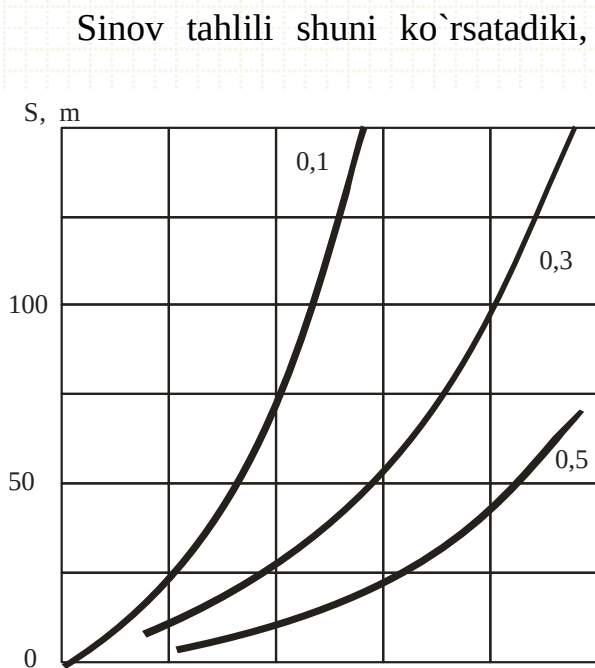
Tormozlanish paytida oldingi va keyingi oʻqlar bir xil blokirovkalanishi uchun yaʼni, avtomobil ilashish koeffitsientining har qanday qiymatlarida maksimal sekinlashish bilan tormozlanishi uchun tormozlovchi kuchlar har doim normal reaksiya kuchlariga proporsional boʻlishlari shart:

$$F_{T1} / F_{T2} = Z_1 / Z_2; \quad (5.10)$$

Ushbu shart bajarilishi uchun F_{T1} / F_{T2} nisbat oʻzgaruvchan boʻlishi kerak. Ushbu munosabatni taʼminlash uchun zamonaviy avtomobil konstruksiyalarida oʻqlardagi normal reaksiya kuchlariga mutanosib ravishda tormoz kuchlarini oʻzgartirib beruvchi avtomatik regulyatorlar qoʻllaniladi.

5.5. Tormozlanish jarayonini tahlil etish

Avtomobilning tormozlanish hususiyatlarini amalda oʻrganish uchun ular maxsus stendlarda yoki yoʻllarda sinovlar oʻtkaziladi. Masalan, avtomobilning tormozlanish jarayonini turli xil turdagi va sharoitdagi yoʻllarda sinash natijalarini tahlil qilish orqali tormozlanish yoʻlining dastlabki harakat tezligiga bogʻliqlik grafigini qurish mumkin, $S_T = f(V_a)$ (5.2-rasm).



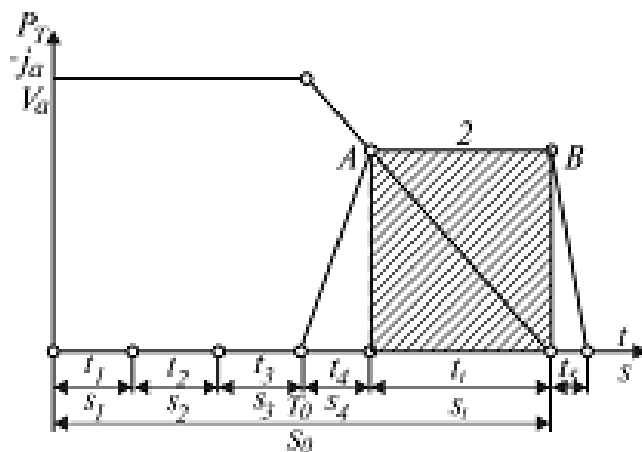
5.2-rasm. Tormozlanish yo'lining o'zgarishi

Sinov tahlili shuni ko'rsatadiki, avtomobil nisbatan kichik tezliklar bilan sirpanchiq ($\varphi = 0,1 \dots 0,3$) yo'llarda tormozlanganda, tormoz yo'lining uzunligi S_1 ilashish koeffitsienti o'ta yuqori bo'lgan ($\varphi = 0,9$) yo'llarga nisbatan 2...3,5 barobar oshib ketadi. Hatto yuqori toifali, quruq yo'llarda ham harakat yuqori 50 km/soatdan oshgandan keyin, tormoz yo'li 25m va undan katta qiymatga erishadi. Bu esa avtomobilning harakat havfsizligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi, chunki talab bo'yicha barcha turdagi avtomobillar

uchun ruxsat etilgan tormoz yo'lining uzunligi $V_a = 30 \text{ km/coam}$ uchun $S_m = 7,2 \dots 11,0 \text{ m}$ miqdorni tashkil etish kerak.

Tormozlanish paytida j_c sekinlashish va v_a harakat tezligining o'zgarishi vaqtiga bog'liq holda 5.3-rasmda ko'rsatilgan.

Ushbu grafikda avtomobilning tormozlanish vaqti bir qancha tashkil etuvchilardan iborat:



5.3-rasm. Avtomobilning tormozlanish parametrlari

t_1 - haydovchining to'siqni ko'rib, tormozlash zarurligi haqida qaror qabul qilishga ketgan vaqti,

$t_1 = 0,3 \dots 1,0 \text{ c}$; t_2 - haydovchi oyog'ini drossel pedalidan olib tormoz pedaliga o'tkazish uchun ketgan vaqt, $t_2 = 0,2 \dots 0,4 \text{ c}$ - gidravlik yuritmalar uchun,

$t_2 = 0,6 \dots 0,8 \text{ c}$ - pnevmatik

yuritmalar uchun; t_3 - tormoz

yuritmasidagi ish suyuqligining surilishi yoki havo lyuftlarini yo'qotish uchun ketgan vaqt, $t_3 = 0,05 \dots 0,2 \text{ c}$ - yengil avtomobillar uchun, $t_3 = 0,05 \dots 0,4 \text{ c}$ - yuk avtomobillari



va avtobuslar uchun (gidravlik yuritma), $t_3 = 0,15...1,2c$ – yuqori yuk ko'taruvchi pnevmatik tormoz mexanizmlari uchun.

t_4 – tormoz kuchining maksimal qiymatga erishishi uchun sarflangan vaqt, $t_4 = 0,5c$;

t_T – maksimal tezlanish bilan sof tormozlanish uchun ketgan vaqt.

t_5 – avtomobil to'xtagandan so'ng, tormoz tizimida bosimning dastlabki holatga qaytishi uchun ketgan vaqt.

Sof tormozlanish vaqti t_T g'ildiraklar to'liq blokirovka qilingan daqiqadan avtomobil to'xtaguncha o'tgan vaqt bilan o'lchanadi. Umumiy tormozlanish vaqti:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_T \quad (5.11)$$

Demak, $t_1 + t_2 + t_3$ vaqt oralig'ida avtomobil boshlang'ich V_a tezlik bilan tekis harakat qiladi, t_4 vaqt ichida sekinlashish miqdori o'sib boradi va t_4 vaqt oralig'i avtomobilning eng katta jadallik bilan tormozlanishini ifodalaydi. t_T vaqt ichida sekinlashish miqdori deyarli o'zgarmas bo'ladi, shuning uchun ham harakat tezligi to'g'ri chiziqli qonuni bilan V_a dan nolgacha o'zgaradi.

5.6. Tormozlanish parametrlari

Avtomobilning umumiy tormozlanishdagi harakat tenglamasini differentsial ko'rinishga keltiramiz:

$$F_{jc} - F_T - F_{\psi} = 0$$

$$\frac{G_a \cdot \delta_{mop}}{g} \cdot \frac{dV}{dt} = \gamma_T \cdot G_a + \psi \cdot G_a$$

yoki

$$\frac{\delta_{mop}}{g(\gamma_T + \psi)} \cdot dV = dt \quad (5.12)$$

(5.12) differentsial tenglamani vaqtga nisbatan integrallab, quyidagini aniqlaymiz:

$$t_T = \frac{V_{\delta} - V_o}{g(\gamma_T + \psi)} \cdot \delta_{mop}, \quad (5.13)$$

bu yerda: V_{δ} va V_o - mos holda tormozlanishning boshlanishidagi va oxiridagi tezliklar.

Tormoz yo'lining uzunligi quyidagicha topiladi:

$$S_T = \frac{v_o^2 - v_o^2}{2g(\gamma_T + \psi)} \cdot \delta_{mop} \quad (5.14)$$

Tormoz parametrlari t_T va S_T harakat tezligi v_b , va boshqa kattaliklarga bog'liq bo'lib, γ_T va ψ oshishi bilan t_T va S_T kichik bo'ladi.

Quyidagi xususiy hollar bo'lishi mumkin:

- 1) avtomobil to'liq to'xtaguncha tormozlangan hol, $v_0 = 0$

$$t_T = \frac{v_a}{g(\gamma_T + \psi)} \cdot \delta_{mop}; S_T = \frac{v_a^2}{2g(\gamma_T + \psi)} \cdot \delta_{mop} \quad (5.15)$$

bu yerda $v_a = v_b$ - avtomobilning tormozlanishdan oldingi tezligi.

- 2) agar avtomobil tekis gorizontall yo'lda tormozlansa, $\alpha = 0$ va $\psi = f$ bo'ladi:

$$t_T = \frac{v_a}{g(\gamma_T + f)} \cdot \delta_{mop}; S_T = \frac{v_a^2}{2g(\gamma_T + f)} \cdot \delta_{mop} \quad (5.16)$$

- 3) agar $\gamma_T = \varphi$ bo'lsa, ya'ni g'ildirakning yo'l bilan ilashish kuchidan to'liq foydalanilsa:

$$t_T = \frac{v_a}{g(\varphi + f)} \cdot \delta_{mop}; S_T = \frac{v_a^2}{2g(\varphi + f)} \cdot \delta_{mop} \quad (5.17)$$

- 4) agar $\varphi > f$ bo'lsa, $f = 0$ deb qabul qilinadi, u holda:

$$t_T = \frac{v_a}{g\varphi} \cdot \delta_{mop}; S_T = \frac{v_a^2}{2g\varphi} \cdot \delta_{mop} \quad (5.18)$$

Tormozlanish parametrlarini tajriba yo'li bilan topilgan t_T va s_T qiymatlarga yaqinlashtirish uchun, (93) formulaga tormozlanishning samaradorlik koeffitsienti k_s kiritiladi:

$$t_T = \frac{k_s v_a}{g\varphi} \cdot \delta_{mop}; S_T = \frac{k_s v_a^2}{2g\varphi} \cdot \delta_{mop} \quad (5.19)$$

bu yerda: $k_s = 1,2$ -yengil avtomobillar uchun; $k_s = 1,3...1,4$ - yuk avtomobillari uchun.

Tormozlanishdagi sekinlashish miqdori j_c (5.20) formuladan aniqlanadi:

$$j_c = \frac{\varphi + \psi}{\delta_{mop}} g \quad (5.20)$$

Agar $\delta_{mop} = 1,0$ va $g = 10$ deb qabul qilinsa, u holda quruq asfaltbeton yo'llarda keskin tormozlanganda, sekinlashishning eng katta qiymati 8 m/s^2 dan oshib ketadi.

Keskin tormozlash yo'lovchilar va yuklarga jiddiy xavf tug'diradi va shinalarning ortiqcha yeyilishiga olib keladi.

Tormozlanish jarayonida avtomobilning kinetik energiyasi tormoz mexanizmi detallari yoki g'ildiraklar bilan yo'l orasidagi ishqalanishning potentsial energiyasi aylanadi:

$$E = P \quad (5.21)$$

Agar tormoz kuchining qiymati F_T va tormoz yo'lining uzunligi s_T ma'lum bo'lsa, u holda avtomobilning tormozlanishdan oldingi harakat tezligini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$v_a = \sqrt{2\gamma_T S_T g} \quad (5.22)$$

Keskin tormozlanishda $\gamma_T = \varphi$ ekanligi e'tiborga olinsa, u holda:

$$v_a = \sqrt{2\varphi \cdot S_T g} \quad (5.23)$$

Demak, yo'llarning xususiyatiga qarab avtomobil shinasining tormozlanish paytidagi qoldirgan uzunligiga bog'liq holda, dastlabki v_a tezlikni hisoblab topish mumkin.

5.7. Avtotexnikaviy ekspertiza to'g'risida tushuncha

Yo'l transport hodisalarini avtomobil transporti mutaxassisleri tomonidan ilmiy-texnikaviy tekshirish avtotexnikaviy ekspertiza deb ataladi. Avtomobilning maxsus qoidalarga hilof harakati natijasida yo'lovchilarni jarohatlanishi, boshqa transportni urib ketishi, avtomobilning to'siqlarga duch kelishi va boshqalar yo'l-transport hodisalari deyiladi.

Ekspertiza o'tkazishdan asosiy maqsad, sodir bo'lgan hodisaning asosiy sabablari va sababchilarini aniqlashdir. Shuning uchun bu ish juda mas'uliyatli hisoblanadi.

Yo'l transport hodisalari sodir bo'lgandan so'ng haydovchi quyidagilarni bajarishi shart: avtomobilni to'xtatib, hodisaga tegishli predmetlarni joyidan qo'zg'atmasdan DANGa habar qilib, uning kelishini kutishi; jarohatlangan kishilar bo'lsa, ularni kasalxonaga jo'natishi; shu yerda hodisani ko'rgan kishilar adresi, familiyasini yozib olishi va h.k.

Hodisa bo'lgan yerga DAN xodimlari kelgandan keyin sharoitni tekshirib, sxema tuzadi va protokolni yozadi. Protokolda ko'rinishining yaxshi-yomonligi, havo temperaturasi, yo'lning yoritilishi, kengligi hamda qoplamasining holati va h.k. lar qayd qilinadi.

Hodisani batafsil tasvirlash uchun voqea sodir bo'lgan joy, transport vositalari, jarohatlanganlar moddiy isbot tariqasida rasmga olinadi.



Tuzilgan protokolda voqea sodir bo'lgan vaqt, kun, haydovchi to'g'risidagi axborot, adreslar, jarohatlangan kishilarning ahvoli va h.k. lar yoziladi va tekshiruvchi, haydovchi, shu voqeani ko'rgan ikki kishi qo'l qo'yadi. Bundan tashqari, transportning texnikaviy holati aks ettirilgan akt tuziladi.

Shu olingan materiallarga asosan yo'l transport hodisasi sabablarini aniqlash maqsadida bo'ladigan sud uchun zarur quyidagi avtotexnikaviy, diktiloskopik, psixiatrik, kimyoviy, biologik va h.k. ekspertizalar o'tkazilish mumkin.

Avtotexnikaviy ekspertiza yo'l transport hodisasi ayibdorlarini aniqlash katta ahamiyatga ega bo'lgani uchun uni batafsil ko'rib chiqamiz. Ekspertiza materiallar bilan shug'ullanar ekan quyidagi masalalarni hal etishi kerak. Avtomobilni to'xtatish uchun zarur bo'lgan masofa va vaqtni hamda yo'l transport hodisasi sodir bo'lmasligi uchun imkoniyatlar bor-yo'qligini aniqlash zarur. Tormozlanish masofasiga asosan avtomobilning haqiqiy tezligi, uning shikastlangan joylarining xarakteri sabablari; bundan tashqari shikastlanishning sodir bo'lgan voqea bilan bog'liqligini aniqlash; yetkazilgan shikastning narxi, haydovchi yoki yo'lovchi tomonidan yo'l harakati qoidasining buzilganligini isbotlash kerak.

Masalan aniqroq tushunish uchun haydovchi va yo'lovchi ishtirokida bo'lgan yo'l-transport hodisasini ko'rib chiqamiz.

40 yoshlardagi yo'lovchi yo'lning ruxsat etilmagan yeridan chopib o'tib ketmoqchi edi. Yo'ldan esa yo'lovchiga qarshi 50 km/soat tezlik bilan VAZ-2103 avtomobili kelmoqda. Yo'lovchi 4 m yurganidan so'ng avtomobil uni urib ketadi. Chaqirilgan DAN xodimi tormozlanish masofasi yo'lovchi urilgan yerdan boshlanganligini aniqladi. Voqea sodir bo'lgan yo'l gorizontal, asfalt, quruq edi. Avtotexnikaviy ekspertiza agar haydovchi o'z vaqtida avtomobilni tormozlaganda, yo'lovchini urib ketmasligi mumkin yoki mumkin emasligini aniqlashi kerak. Masalani hal etish uchun quyidagi hisoblar qilinadi:

1) Agar urishgacha yo'lovchining tezligi 4 m/s bo'lsa, u 4 m li yo'lni qancha vaqtda o'tishi aniqlanadi.

$$t_y = \frac{S_a}{V_a} = \frac{4}{4} = 1 \text{ c}$$

2) Yo'lovchi ko'chadan o'tgunga qadar avtomobil uni urib ketgan yerdan qancha masofadali topiladi. Avtomobilning tormozlanish izi yo'lovchi urilgan yerdan boshlanganligi uchun uning tezligi $v_a = 50$ km/soat yoki 13,9 m/s bo'lgan. Yo'lovchini urgunga qadar 1 sekund vaqt ichida avtomobil quyidagi yo'lni o'tadi:

$$S_a = v_a \cdot t_y = 13,9 \cdot 1 = 13,9 \text{ m}$$

Avtomobilni to'xtatish uchun zarur bo'lgan yoki haydovchi to'siqni ko'rib avtomobilni to'xtaguncha o'tilgan yo'l S_0 quyidagicha aniqlanadi:

$$S_0 = (t_1 + t_3) \frac{v_a}{3,6} + \frac{K_\varphi \cdot v_a^2}{254(\varphi + i)}$$

$$K_\varphi = 1,2; \quad t_1 = 0,8 \text{ sek}; \quad t_3 = 0,25 \text{ sek}; \quad \varphi = 0,65; \quad i = 0$$

$$S_0 = (0,8 + 0,25) \frac{50}{3,6} + \frac{1,2 \cdot 50^2}{254(0,65 + 0)} = 32,8 \text{ m.}$$

Shunday qilib, avtomobilni to'xtatish uchun 32,8 m yo'lni o'tishi kerak, lekin yo'lovchi undan 13,9 m masofada bo'lgan. Demak, avtotexnikaviy ekspertiza, haydovchi yo'l-transport hodisasi sodir bo'lishini oldini ololmas edi, degan xulosaga keladi.

5.8. Ekspluatatsiya davrida uchraydigan faktorlarning tormozlanish dinamikasiga ta'siri

Avtomobil tormozlanish sistemasining ishdan chiqishi yoki qoniqarsiz holatda bo'lishi yo'l transport hodisasiga olib kelishi mumkin. Statistik ma'lumotlarga ko'ra, inson faoliyatiga zarar yetkazadigan va katta moddiy yo'qotishlarga olib keladigan yo'l-transport hodisalarining 15 % ga yaqini tormozlash sistemasining qoniqarsiz ishlashidan kelib chiqadi.

Tormozlanish protsessi tormoz barabani bilan kolodka ustqo'ymasining bir-biriga ishqalanishi natijasida hosil bo'ladigan tormozlash kuchi hisobiga sodir bo'ladi. Ishqalanish natijasida kolodka ustqo'ymasi yeyilib, tormoz barabani bilan ustqo'yma o'rtasidagi zazor kattalashadi va natijada tormozlash effekti kamayadi.

Baraban bilan kolodka ustqo'ymasi o'rtasidagi zazorning normadan 0,5 mm ga oshishi to'la yuklangan pnevmatik yuritmal ZIL-130 avtomobili uchun tormozlanish masofasini 20 % ga oshiradi.

Gidravlik yuritmal avtomobillarda tormoz barabani bilan kolodka o'rtasidagi zazorga qarab tormoz pedalining yo'li ham kattalashadi, natijada tormozlanish mexanizmini ishlash vaqti uzayadi. Masalan: PAZ-672 avtobusini tormozlashda baraban bilan kolodka ustqo'ymasi o'rtasidagi zazor 0,25 mm bo'lsa, tormoz yuritmasining ishga tushish vaqti 0,16...0,25 s, agar zazor 0,5 mm bo'lsa, 0,4...0,45 s bo'ladi.

Avtomobilni ekspluatatsiya qilish vaqtida tormozlanish mexanizmiga moy, suv kirib, tormozlanish momentining kamayishiga sabab bo'ladi, natijada tormozlanish dinamikasi yomonlashadi. Bu hol bo'lmasligi uchun tormozlanish mexanizmi o'z vaqtida texnikaviy ko'rikdan o'tkazilishi kerak.



Avtomobil tormozlanish mexanizmida hosil boʻlgan momentning effektiv ishlatishi yoʻl va shina protektorining holatiga, ularning bir-biri bilan tishlashish sharoitiga bogʻliq. Yangi qurilgan yoʻlning ustida mayda notekisliklar boʻlgani uchun bu yoʻl shina bilan yaxshi tishlashadi, demak, tishlashish koeffitsienti φ ortadi. Agar shina protektori yeyilgan boʻlsa, tishlashish koeffitsienti φ kamayib, avtomobilning tormozlanish dinamikasiga salbiy taʼsir etadi, chunki tormozlanish kuchidan toʻliq foydalanish imkoni kamayadi.



6-§. Avtomobilning boshqariluvchanligi

6.1. Boshqariluvchanlikni baholovchi ko'rsatkichlar

Avtomobilning boshqariluvchanlik xususiyati bu yo'lovchi va yuklarni tashishda harakatlanish jarayonini maqsadli tashkil etish demakdir.

Ma'lumki, avtomobilning harakat trayektoriyasi uzluksiz o'zgaruvchi egri chiziqlardan tashkil topadi. Chunki, birinchidan, yo'ning plandagi trayektoriyasi egri chiziqli uchastkalardan iborat bo'lsa, ikkinchidan, harakat yo'nalishi va xarakteriga qarab haydovchi boshqaruv organi orqali to'g'ri chiziqli harakatdan chekinib, egri chiziqli harakatlanishga majbur bo'ladi. Shunday qilib avtomobilning burilish jarayoni uch qismdan iborat bo'ladi: burilishga kirish, o'zgarmas radius bilan harakatlanish va burilishdan chiqish. Avtomobilning turli xil yo'l sharoitlarida egri chiziqli harakatlanishning ikkita burilish rejimi mavjud: 1) kichik radiuslar bilan kichik tezliklarda burilish – avtomobilning manevr qilish xususiyati; 2) katta radiuslar bilan yuqori tezliklarda burilish–avtomobilning boshqariluvchanlik va turg'unlik xususiyatlari.

Avtomobilning boshqariluvchanligi quyidagi ko'rsatkichlar bilan baholanadi:

- 1) boshqarilish sharti bo'yicha kiritik tezlik, v_{bosh} ;
- 2) manevr qilish paytidagi chegaraviy tezlik, v_{cheg} ;
- 3) trayektoriya bo'yicha boshqarilish turg'unligi pasayishining boshlanish tezligi, v_{tr} ;
- 4) kurs bo'yicha boshqarilish turg'unligi pasayishining boshlanish tezligi, v_{kurs} ;
- 5) avtomobilning eng kichik burilishi radiusi, R_{min} ;
- 6) elastik shinning qayishqoqlik sharti bo'yicha kiritik tezlik, v_{qay} ;

Avtomobilning burilib harakatlanishini ta'minlaydigan qurilma konstruksiyasi uning yo'ldagi holatining onson va tez o'zgarishini ta'minlay olishi kerak. Avtomobilning boshqariluvchanligiga asosan rul boshqarmasi, osmalar va shinalar sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ishonchli boshqariluvchanlikka ega bo'lish uchun avtomobil quyidagi talablarga javob berish kerak:

1) boshqariluvchi g'ildiraklar burilish paytida yon tomonga sirpanmasdan g'ildirash kerak;

2) rul yuritmasi boshqariluvchi g'ildiraklarning burilish burchaklari orasidagi nisbatni ta'minlashi kerak;

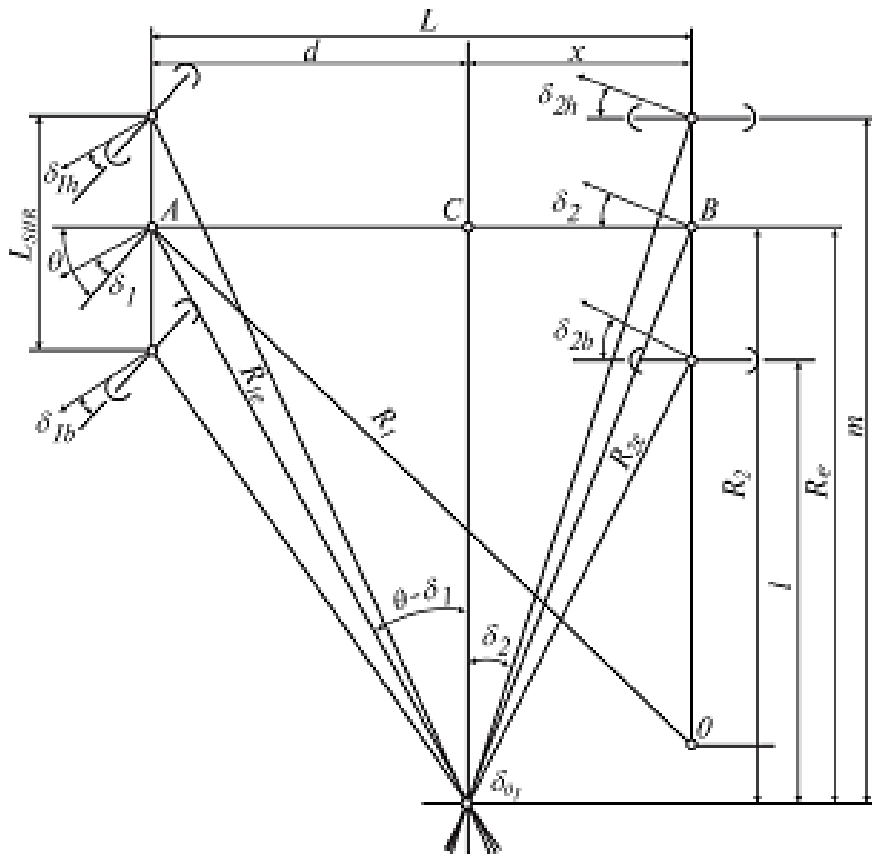
3) boshqariluvchi g'ildiraklar to'g'ri chiziqli harakatlanishda neytral vaziyatni saqlashlari va avtomobil burilishdan chiqishi bilan avtomatik ravishda ushbu vaziyatga qaytishlari lozim;

4) boshqariluvchi g'ildiraklarning ixtiyoriy burchak tebranishlariga yo'l qo'ymasligi kerak.

6.2. Avtomobilning burilib harakatlanish jarayoni

Avtomobil haydovchi tomonidan belgilangan yo'nalish bo'yicha burilib harakatlanishi uchun uning boshqariluvchi g'ildiraklari yon tomonga sirpanmasdan, aniq belgilangan yo'nalishda g'ildirashlari talab etiladi. Buning uchun avtomobil burilayotganda o'ng va chap boshqariluvchi g'ildiraklar har xil burchakka burilib, ikki xil radiusli yoy chiziqlari bo'yicha harakatlanishi kerak. (6.1-rasm)

Avtomobilning orqa g'ildiraklari o'qi bilan har ikkala boshqariluvchi g'ildiraklarning aylanish radiuslari o'zaro kesishgan O nuqta burilish markazini hosil qiladi. Bunda tashqi g'ildirak θ_m burchakka burilib R_m radius bilan, ichki g'ildirak esa θ_u burchakka burilib R_u radius bilan bir-biriga nisbatan konsentrik bo'lgan yoylar



6.1-rasm. Avtomobilning burilish sxemasi

bo'yicha harakatlanishi talab etiladi.

Ushbu talab bo'yicha tashqi va ichki burilish burchaklari orasidagi munosabat quyidagicha ifodalanadi:

$$\operatorname{ctg} \theta_m - \operatorname{ctg} \theta_u = \frac{B}{L} \quad (6.1)$$

bu yerda: B – tashqi va ichki g'ildirak izlari orasidagi masofa (koleya); L – avtomobil bazasi.

Avtomobilning buriluvchanligi (manevr qilish xususiyati) eng kichik burilish radiusi bilan baholanadi.

$$R_{\min} = \frac{L}{\sin \theta_{\max}} \quad (6.2)$$

bu yerda: $\theta_{\max}$ – tashqi g'ildirakning eng katta burilish burchagi.

Burilish radiusi qancha kichik bo'lsa, avtomobilning burilishi uchun yo'ning shunchalik kam o'tish qismi kerak bo'ladi. Odatda eng kichik burilish radiusi $R_{\min}$ taxminan avtomobil L bazasining o'lchamidan ikki baravar katta bo'ladi, sababli rul boshqarmasi konstruksiyasi eng katta tashqi burilish burchagining 30° dan oshmasligini ta'minlaydi.

Burilib harakatlanayotgan avtomobilga quyidagi kuchlar ta'sir etadi:

1) avtomobilning O'' og'irlik markaziga ta'sir etuvchi markazdan qochma kuch-
 F_u ;

$$F_u = \frac{G_a \cdot v_a^2}{g \cdot \rho} \quad (6.3)$$

bu yerda ρ – og'irlik markazining burilish radiusi, $\rho = \sqrt{R^2 + e^2}$

2) markazdan qochma kuchning ko'ndalang tashkil etuvchisi- F_y

$$F_y = F_u \cdot \cos \gamma = \frac{G_a \cdot v_a^2 \cdot L \cdot \operatorname{tg} \theta}{g(L^2 + b^2 \operatorname{tg}^2 \theta)} \quad (6.4)$$

bu yerda: b – avtomobil og'irlik markazidan orqa o'qqacha bo'lgan masofa. θ – oldingi (boshqariluvchi) o'q markazining orqa o'qqa nisbatan burilish burchagi.

3) avtomobil boshqariluvchi ko'prigining og'irlik markaziga (O'' nuqta) qo'yilgan markazdan qochma kuch, F_{u1} :

$$F_{u1} = \frac{G_a \cdot v_a^2 \cdot \sin \theta}{g \cdot L} \quad (6.5)$$

bu yerda: G_1 – boshqariluvchi ko'priknining og'irligi.

4) boshqariluvchi ko'priknining harakat yo'nalishi bo'yicha suruvchi kuch- F_{k1} ;

5) boshqariluvchi g'ildiraklarning burilish yo'nalishi bo'yicha ta'sir qiluvchi kuch- F_{x1} ; avtomobilning tekis harakatida F_{k1} kuch g'ildirashga qarshilik qiluvchi kuchni yengadi, ya'ni:

$$F_{x1} = F_{f1} = f \cdot G_1; \quad (6.6)$$

6) boshqariluvchi g'ildiraklarni yon tomonga suruvchi ko'ndalang tashkil etuvchi kuch, F_{y1} :

$$F_{y1} = f \cdot G_1 \cdot \operatorname{tg} \theta; \quad (6.7)$$

6.3. Avtomobilning boshqariluvchanlik sharti

Avtomobilning burilish sxemasidan (6.1-rasm) ko'rinadiki, F_{y1} va F_{u1} kuchlari boshqariluvchi g'ildiraklarni yon tomonga surib ketishga harakat qiladi. Boshqariluvchi g'ildiraklar burilish paytida yon tomonga surilib ketmasligi uchun ularga ta'sir etuvchi $F_{y1} + F_{u1}$ kuchlar yig'indisi g'ildiraklarning yo'l bilan ilashish kuchidan kichik bo'lishi shart, ya'ni:

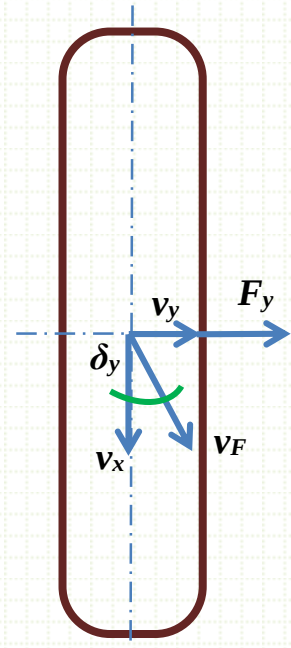
$$F_{y1} + F_{u1} \leq G_1 \sqrt{\varphi^2 - f^2} \quad (6.8)$$

(6.6) va (6.7) bog'liqliklarni (6.8) shartga qo'yib, boshqariluvchanlikning yo'qolishiga olib keluvchi kritik tezlik aniqlanadi:

$$v_{\text{dou}} \leq \sqrt{\left(\frac{\sqrt{\varphi^2 - f^2}}{\operatorname{tg} \theta} - f \right) \cdot g \cdot L \cdot \cos \theta} \quad (6.9)$$

Agar avtomobilning joriy tezligi v_{bosh} kritik tezlikdan katta bo'lsa, u holda boshqariluvchi g'ildiraklar burilish paytida ko'ndalang yo'nalishda surilib harakat qiladi. Agar θ burilish burchagi katta bo'lsa, v_{bosh} kritik tezlik yanayam kichik bo'ladi. Demak, avtomobil burilishi radiusining kichik bo'lishi uning harakat tezligining kamayishiga olib keladi, aks holda boshqariluvchi g'ildiraklarning yon tomonga surilishi kutiladi.

Qattiq qoplamali yo'llarda f koeffitsient miqdori φ koeffitsientdan sezilarli darajada farq qiladi, shuning uchun ham avtomobil kichik radiusli burilishlarda ham boshqaruvchanligini yo'qotmaydi. Agar yo'l qoplamasi sirpanchiq bo'lsa f va φ koeffitsientlar miqdorlari bir-biriga yaqin bo'ladi, $\varphi^2 - f^2$ ayirma kamayib, v_{bosh} kritik tezlik kichrayib ketadi. Ayniqsa, avtomobil burilgan holda tormozlanganda, boshqariluvchi g'ildiraklarning yon tomonga surilib ketish xavfi kuchayadi.



6.2-rasm. Elastik shinaga ta'sir etuvchi kuch va tezlik

6.4. Elastik shinali g'ildiraklarning buriluvchanligi

Yonaki kuch bilan yuklangan elastik shinali g'ildiraklar burilish paytida ham radial, ham ko'ndalang deformatsiyalanib g'ildiraydilar. Ichi havo bilan to'ldirilgan elastik shinaga yonaki kuch ta'sir etganda, tezlik vektorining g'ildirak aylanish tekisligidan chekinish hodisasi qayishqoqlik deyiladi, tezlik vektori bilan aylanish tekisligi orasidagi burchak esa qayishqoqlik burchagi deyiladi, ν_{qay} (6.2-rasm)

Agar yonaki ta'sir etuvchi F_y kuch g'ildiraklar markaziga qo'yilgan bo'lsa, ushbu kuch shinaning elastikligi tufayli g'ildirak to'g'ini kontakt yuzaga nisbatan ko'ndalang yo'nalishda surishga harakat qiladi.

Natijada g'ildirakning aylanish o'qi bo'ylab yo'nalgan ν_x tezlikka nisbatan 90° burchak ostida g'ildirakning ko'ndalang o'qi bo'ylab yo'nalgan ν_y tezlik vektori hosil bo'ladi. ν_x va ν_y tezlik vektorlarining geometrik yig'indisi ν_f g'ildirash tezlik vektorini beradi. Ushbu ν_f tezlik vektorining g'ildirak aylanish o'qi bilan hosil qilgan δ_{kai} burchagi shinaning qayishqoqlik darajasini anglatadi.

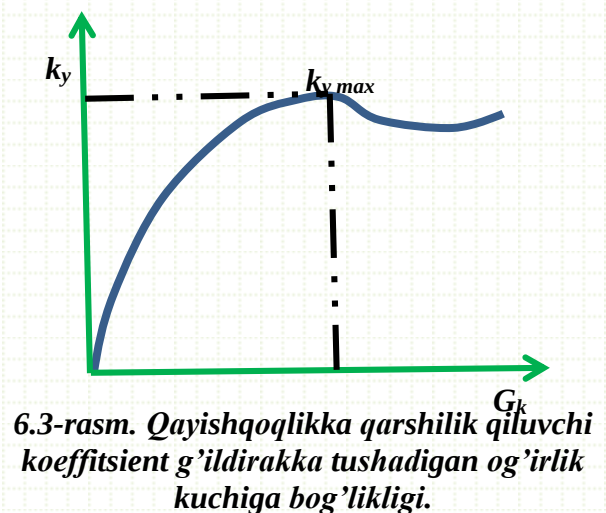
Burilish paytida g'ildirakni yonaki suruvchi V_F kuch bilan δ_{kai} burchak orasida chiziqli bog'lanish mavjud:

$$F_y = k_{kai} \cdot \delta_{kai} \quad (6.10)$$

bu yerda: k_{qay} – qayishqoqlikka qarshilik qiluvchi koeffitsient, $H/pa\delta$.

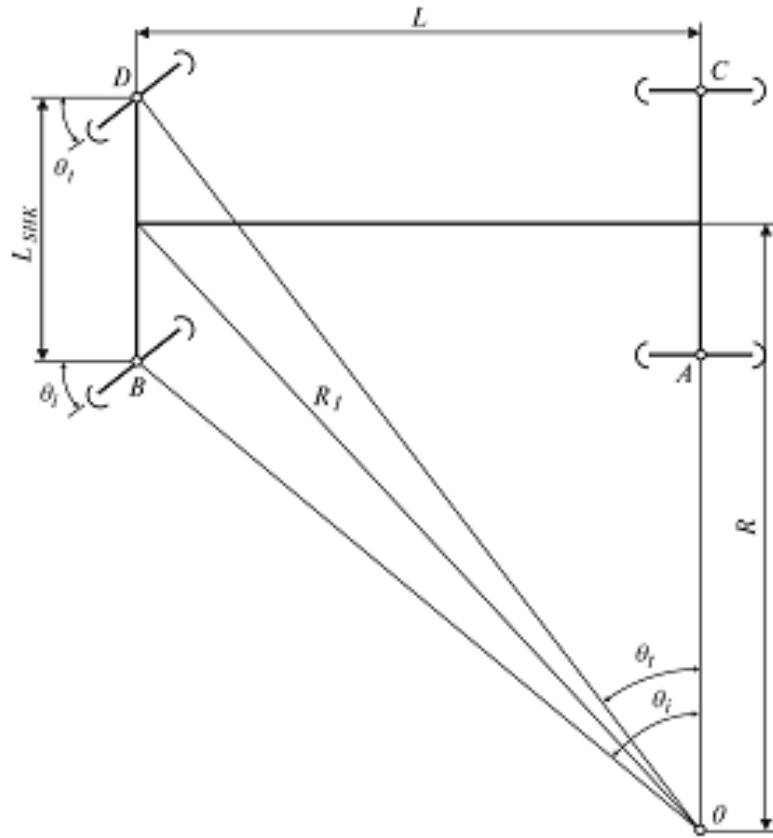
k_{qay} koeffitsientning miqdori shina o'lchami va konstruksiyasiga, g'ildirakka tushadigan og'irlik kuchining ulushiga, shinadagi havo bosimining miqdoriga bog'liqdir.

Avtomobil g'ildiraklarining boshqariluvchanligi ko'proq k_{qay} koeffitsientning g'ildirakka tushadigan G_k og'irlik kuchiga bog'liqligi bilan baholanadi. (6.3-rasm).



Bundan tashqari k_{qay} koeffitsient yo'l qoplamasi bilan shina orasidagi ko'ndalang ilashish koeffitsientiga ham bog'liq. Ayniqsa qayishqoqlik burchagi oshishi bilan k_{qay} koeffitsientining har xil ilashish sharoitlaridagi farqi sezilarli bo'ladi.

Ikki o`qli va oldingi o`qi boshqariluvchi bo`lgan avtomobilning burilishi jarayonini qarab chiqamiz (6.4-rasm). G`ildirak shinasining qayishqoqligi hisobiga v_a va v_b tezlik vektorlari g`ildirakning aylanish tekisligidan tegishlicha  $\delta_1$  va  $\delta_2$  burchaklarga farq qilib, ushbu vektorlar qo`yilgan A va B nuqtalardan perpendikulyar



6.4-rasm. Ikki o`qli avtomobilning burilish sxemasi

chiziqlari o`zaro uchrashguncha davom ettiriladi va  $O_p$  burilish markazi aniqlanadi. Demak, orqa g`ildiraklarning qayishqoqligi tufayli burilishi markazi orqa o`q markazidan C masofaga oldinga siljiydi.

Burilish markazidan oldingi boshqariluvchi tashqi g`ildirakning izigacha bo`lgan masofa R_p avtomobilning burilish radiusi deyiladi.

6.4-rasmdan dastlab R masofani aniqlaymiz:

$$R = \frac{L}{\operatorname{tg}(\theta - \delta_1) + \operatorname{tg} \delta_2}; \quad (6.11)$$

$$C = R \cdot \operatorname{tg} \delta_2 = \frac{L \cdot \operatorname{tg} \delta_2}{\operatorname{tg}(\theta - \delta_1) + \operatorname{tg} \delta_2}; \quad (6.12)$$

$$R_p = R + \frac{0,5 \cdot B}{\cos(\theta - \delta_1)}; \quad (6.13)$$

Burilish burchagining biror qiymatida, tashqi yonaki kuchlar ta'sirida avtomobilning kinematik parametrlarining o'zgarish xususiyati uning buriluvchanligi deyiladi.

Buriluvchanlik quyidagi shartlar bilan baholanadi:

- 1) Agar $\delta_2 = \delta_1$ bo'lsa, avtomobil neytral buriluvchanlikka ega bo'ladi.
- 2) Agar $\delta_2 > \delta_1$ bo'lsa, u holda avtomobil ortiqcha buriluvchanlikka ega deb hisoblanadi, bunda burilish radiusi R_p kichrayadi, $c \neq 0$.
- 3) Agar $\delta_2 < \delta_1$ bo'lsa, u holda avtomobil kam buriluvchanlikka ega bo'ladi; bunda burilish radiusi R_p kattalashadi, $c \neq 0$.

6.5. Ekspluatatsiyada uchraydigan faktorlarning boshqariluvchanlikka ta'siri

Avtomobilning boshqariluvchanligiga ko'pgina ekspluatatsion faktorlar ta'sir qiladi. Boshqariluvchi g'ildiraklarning burilish burchaklari o'rtasidagi bog'lanish avtomobil ekspluatatsiyasi davrida oldingi o'q va rul yuritmasi detallarining yeyilishi natijasida o'zgaradi. G'ildiraklarning yaqinlashuvi rul trapetsiyasi ko'ndalang tarotqisining uzunligini o'zgartirib rostlanadi. Agar ko'ndalang tarotqi detallari bir xil uzunlikka ega bo'lsa, rul trapetsiyasi simmetrik bo'ladi va g'ildiraklarning burchaklari o'rtasidagi bog'lanish burilish yo'nalishiga bog'liq bo'lmaydi. Boshqariluvchi g'ildiraklar rul richaglari bilan bog'liq bo'lgani uchun g'ildiraklar ma'lum burchakka burilsa, rul richagi ham shunday burchakka buriladi. Shuning uchun rul richaklari o'rtasida ham g'ildiraklardagi burilish burchaklari o'rtasidagi kabi bog'lanish saqlanib qoladi.

Ekspluatatsiya davrida g'ildirak burilish burchaklari o'rtasidagi bog'lanish rul yuritmasining noto'g'ri sozlanishi natijasida buzilishi mumkin. Ma'lumki, boshqariluvchi g'ildiraklarning yaqinlashuvi g'ildirakning yonga og'ishi natijasida shinaning yeyilishini bir oz kamaytiradi. G'ildiraklarning yaqinlashuvini rostlashda rul trapetsiyasi ko'ndalang tortqisining uzunligini bo'ylama o'qdan ikki tomonga bir xil o'zgartirish kerak. Ko'ndalang trotqining faqat bir uchi uzaytirilganda ham g'ildiraklarning neytral holatidagi yaqinlashuv burchaklari normada bo'ladi, lekin g'ildiraklar o'ng va chap tomonga burilganda, θ_b va θ_H burchaklari o'rtasidagi bog'lanish o'zgaradi.

Avtomobilning boshqariluvchanligi yurish qismi va rul boshqarmasining texnikaviy holatiga ham bog'liq. Shinalarning birortasida bosimning kamayishi uning g'ildirashga qarshiligini oshiradi va ko'ndalang bikrligini kamaytiradi. Shuning uchun avtomobil bosimi kam shina tomonga burilishga intiladi. Rul trapetsiyasi va shkvoren birikmalaridagi zazorlar kattalashsa, g'ildiraklarning tebranishi kuchayib, ularning yo'l



bilan tishlashishi yo`qolishi mumkin. Bundan tashqari, g`ildirakdagi disbalans ham uning tebranishi kuchaytiradi. Disbalans, ko`pincha, protektori yangilangan shinalarda uchraydi.

Oldingi g`ildirak gupchagining podshibniklaridagi va shkvoren birikmasidagi zazorlar kattalashsa, avtomobil harakatdagi barqarorlik yomonlashadi. Chunki zazorlarning ortishi rul chambaragining burilish soni va amplitudasini oshiradi. Barqarorlikni rul boshqarmasining noto`g`ri sozlanishi ham salbiy ta`sir ko`rsatadi. Bo`ylama rul tortqisining probkalari, konussimon podshibniklar va rul mexanizmining qattiq tortilishi ishqalanish kuchini oshiradi, g`ildiraklarning neytral holatga qaytishini qiyinlashtiradi, demak, boshqariluvchanlik yomonlashadi.

Avtomobilning boshqariluvchanligi haydovchining malakasiga ham ko`p jihatdan bog`liq. Ma`lumki, burilish davrida avtomobilni boshqarish juda qiyin. Malakasi past haydovchilar esa ko`p hatolarga yo`l qo`yadilar, ya`ni: avtomobilni yo`l o`qidan tashqariga chiqaradi, yurib ketayotgan qatorini to`satdan o`zgartiradi, burilish davrida “burchak kesadi” va h.k. Avtomobilni aniq va ravon burish uchun uning harakat tezligi bilan oldingi g`ildiraklarning burilishdagi burchak tezligi o`zaro mos bo`lishi lozim.



7-§. Avtomobilning turg'unligi

7.1. Turg'unlikni baholovchi ko'rsatkichlar

Avtomobilning turg'unligi bu uning holati va xarakati turg'unligining kritik parametrlarini aniqlash xususiyatlarining majmuasidan iboratdir.

Turg'unlik ikki xil bo'ladi:

- 1) bo'ylama turg'unlik;
- 2) ko'ndalang turg'unlik.

Turg'unlikning yo'qolishi deganda, avtomobilning bo'ylama yoki ko'ndalang o'qlar bo'yicha surilish hamda shu o'qlarga nisbatan ag'darilishi hisobga olinadi. Avtomobilning bo'ylama turg'unligi ko'ndalang turg'unlikka qaraganda bir necha marta yuqori darajada ta'minlangan bo'ladi. Avtomobillar ekspluatatsiya paytida ko'proq ko'ndalang turg'unligini saqlay olmasliklari tufayli transport jarayonini izdan chiqaradilar. Avtomobilning egri chiziqli harakati paytida paydo bo'ladigan markazdan qochma kuchning ko'ndalang tashkil etuvchisi, yon tomondan ta'sir etadigan shamolning bosim kuchi, g'ildiraklarning yo'l notekisliklariga urilishi ko'ndalang turg'unlikning yo'qolishiga sabab bo'ladigan asosiy omillar hisoblanadi. Ko'ndalang turg'unlikni baholovchi asosiy ko'rsatkichlar quyidagilardan iborat:

- 1) avtomobil ko'ndalang surilishining boshlanishiga to'g'ri keluvchi kritik tezlik, v_z
- 2) avtomobil ag'darilishining boshlanishiga to'g'ri keluvchi kritik tezlik, v_0
- 3) nishablikdagi kritik surilish burchagi, β_z
- 4) nishablikdagi kritik ag'darilish burchagi, β_0
- 5) ko'ndalang turg'unlik koeffitsienti, η_{ne}

7.2. Avtomobilning burilishdagi turg'unligi

Ko'ndalang turg'unlikka ta'sir qiluvchi omillarni nazariy jihatdan o'rganishda, dastlab avtomobilni yon tomonga suruvchi yoki ag'darib yuboruvchi ko'ndalang kuchning miqdori aniq bo'lishi kerak. Ma'lumki, burilib harakat qilayotgan avtomobilning og'irlik markaziga qo'yilgan, F_u markazdan qochma kuch uni yon tomonga suruvchi asosiy kuch hisoblanadi (7.1-rasm)

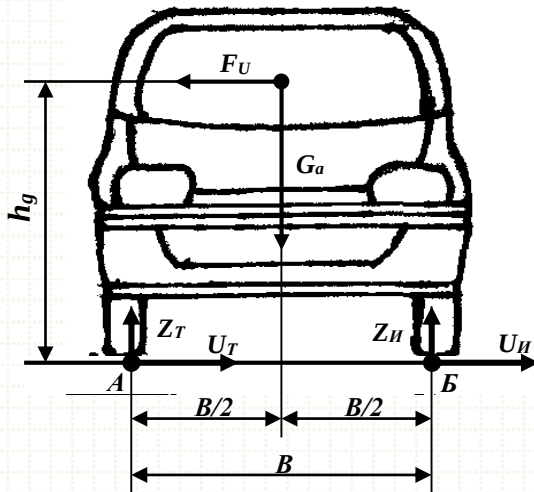
$$F_y = F_u \cdot \cos \gamma = \frac{G_a \cdot v_a^2}{g \cdot R} \quad (7.1)$$

Avtomobilni yon tomonga surilishdan saqlab qoluvchi turg'unlik sharti quyidagicha ifodalanadi: avtomobil g'ildiraklari bilan yo'l qoplamasi orasidagi ko'ndalang ilashish kuchi uni yon tomonga surib ketuvchi kuchlar yig'indisidan katta bo'lishi kerak.

Avtomobilni agʻdarilishdan saqlab qoluvchi turgʻunlik sharti esa quyidagicha: avtomobilning burilish markaziga yaqin ichki gʻildiraklari bilan yoʻl qoplamasi orasidagi normal reaksiya kuchlarining qiymati nolga teng boʻlmasligi shart.

Dastlab avtomobilning yon tomonga surilishi va boʻylama oʻq atrofida agʻdarilish sharti boʻylab kritik tezliklarini aniqlaymiz (7.1-rasm)

Avtomobilning egri chiziqli harakatida uning aylanish markaziga yaqin turgan



7.1-rasm. Avtomobilning burilishdagi turgʻunlik sxemasi

ichki gʻildiraklari yoʻl bilan aloqani yoʻqotib, tashqi gʻildiraklarning yoʻlga tegib turgan yuzasi markaziga nisbatan agʻdarilib ketishi tufayli koʻndalang turgʻunligini yoʻqotishi aniqlanadi, yaʼni, $Z_u = 0$ shartdan avtomobilni agʻdarishga olib keluvchi kritik tezlikni aniqlaymiz:

$$v_{o.kr} = \sqrt{\frac{g \cdot B \cdot R}{2h_g}}; \quad (7.2)$$

(7.2) munosabatdan koʻrinadiki,

avtomobil agʻdarilib ketmasligi uchun gʻildiraklar orasidagi B kolyaning yetarlicha

katta boʻlishi va aksincha ogʻirlik markazi h_g balandlikning kichik boʻlishi talab etiladi.

Agar gʻildiraklarning yoʻl sathi bilan ilashish koeffitsienti kichrayib ketsa, u holda koʻndalang kuch taʼsiridan avtomobil barcha gʻildiraklarining yoʻl sathiga nisbatan aylanish markazi boʻyicha tashqi yon tomonga surilishi kuzatiladi. 7.1-rasmdan yoʻl tekisligiga parallel yoʻnalgan, F_y hamda tashqi va ichki gʻildiraklarning yon tomonga surilishga qarshilik qiluvchi Y_T va Y_u gorizonta kuchlarni oʻzaro proyeksiyalab, avtomobilni yon tomonga surishga majbur qiluvchi kritik tezlik aniqlanadi:

$$v_{z.kr} = \sqrt{\varphi_y \cdot g \cdot R}; \quad (7.3)$$

bu yerda φ_y - koʻndalang ilashish koeffitsienti.

(7.3) munosabatdan koʻrinadiki, avtomobilning yon tomonga surilmasligini taʼminlash uchun yoʻl qoplamasi bilan gʻildiraklar orasidagi φ_y ilashish koeffitsienti yetarlicha katta boʻlishi maqsadga muvofiqdir. Har ikkala holda ham burilishi trayektoriyasining R radiusi kamayishi bilan va kritik tezlik miqdorlari kichik boʻladi.

Umuman, avtomobilning agʻdarilishi boʻyicha turgʻunligining yoʻqolishi, yon tomonga surilishga nisbatan ancha xavfli hisoblanadi. Shuning uchun ham, avtomobillarni loyihalashda $v_{o.ag} > v_{z.ag}$ shart qabul qilinadi, bundan (7.2) va (7.3) larni hisobga olgan holda quyidagi paydo boʻladi:

$$\varphi_y < \frac{B}{2h_g}; \quad (7.4)$$

bu yerda: $\frac{B}{2h_g} = \eta_{T.y}$ – konstruktsiyaviy parametr koʻndalang turgʻunlik koeffitsienti deb ataladi.

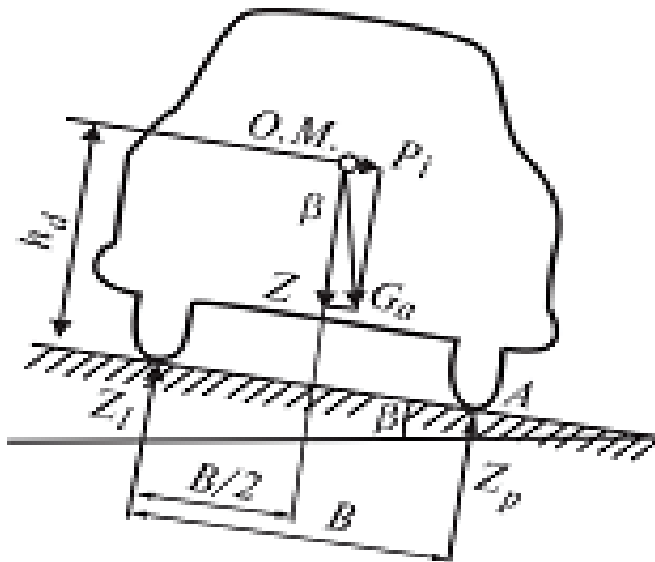
$$\varphi_y < \eta_{T.y}; \quad (7.5)$$

Quruq va tekis asfalt beton yoʻllarda $\varphi_y = 0,7 \dots 0,9$ boʻlishini eʼtiborga olgan holda, $\eta_{T.y} \geq 1$ boʻlishiga erishish maqsadga muvofiqdir.

7.3. Avtomobilning nishab yoʻldagi turgʻunligi

Gorizontal tekislikka nisbatan β burchak hosil qiluvchi nishab yoʻllar boʻylab harakatlanayotgan yoki tinch turgan avtomobilning turgʻunligini tekshiramiz (7.2-rasm)

Avtomobil nishab yoʻllarda tinch turganda yoki harakatlanganda, pastki gʻildiraklarning yoʻl sathiga tegib turgan yuzasi atrofida aylanib agʻdarilishi mumkin.



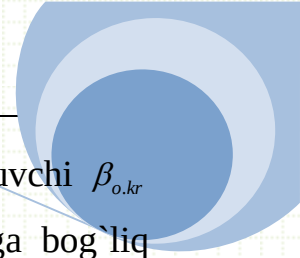
7.2- rasm. Avtomobilning nishab yoʻldagi turgʻunlik sxemasi

Bunda avtomobilning ogʻirlik markaziga qoʻyilgan, G_a kuchi ikkita tashkil etuvchilarga ajraladi:

- 1) yoʻl sathiga parallel boʻlgan, $G_a \cdot \sin \beta$;
- 2) yoʻl satxiga tik yoʻnalgan, $G_a \cdot \cos \beta$;

Taʼsir qiluvchi barcha kuchlardan A nuqtaga nisbatan moment tenglamasini tuzib, $Z_b = 0$ shartni eʼtiborga olgan holda, avtomobilni agʻdarishga olib keluvchi $\beta_{o.kr}$ nishablik burchagini aniqlaymiz

$$\beta_{o.kr} = \arctg\left(\frac{B}{2h_g}\right) \quad (7.6)$$



Ushbu munosabatdan ko`rinadiki, avtomobilni ag`darishga olib keluvchi $\beta_{o.kr}$ nishablik burchagining miqdori $h_{T,y}$ ko`ndalang turg`unlik koeffitsientiga bog`liq bo`lar ekan.

7.2-rasmdan ko`rinadiki, avtomobil og`irlik kuchining gorizontal $G_a \cdot \sin \beta$; tashkil etuvchisi g`ildiraklarni nishablikdan pastga tomon surilishiga olib keladi.  $Y_{II} + Y_B = \varphi_y G_a \cos \beta$  ekanligini e`tiborga olib, yo`l sathiga parallel yo`nalgan kuchlarning proyeksiyalari yig`indisi tenglamasidan yon tomonga surilishdagi $\beta_{3.kp}$ kritik nishablik burchagini aniqlaymiz:

$$\beta_{3.kp} = \arctg \varphi_y \quad (7.7)$$

Ushbu (7.7) formuladan ko`rinadiki, nishablikning kritik qiymati faqat yo`l qoplamasining turi va holatiga bog`liq bo`ladi.

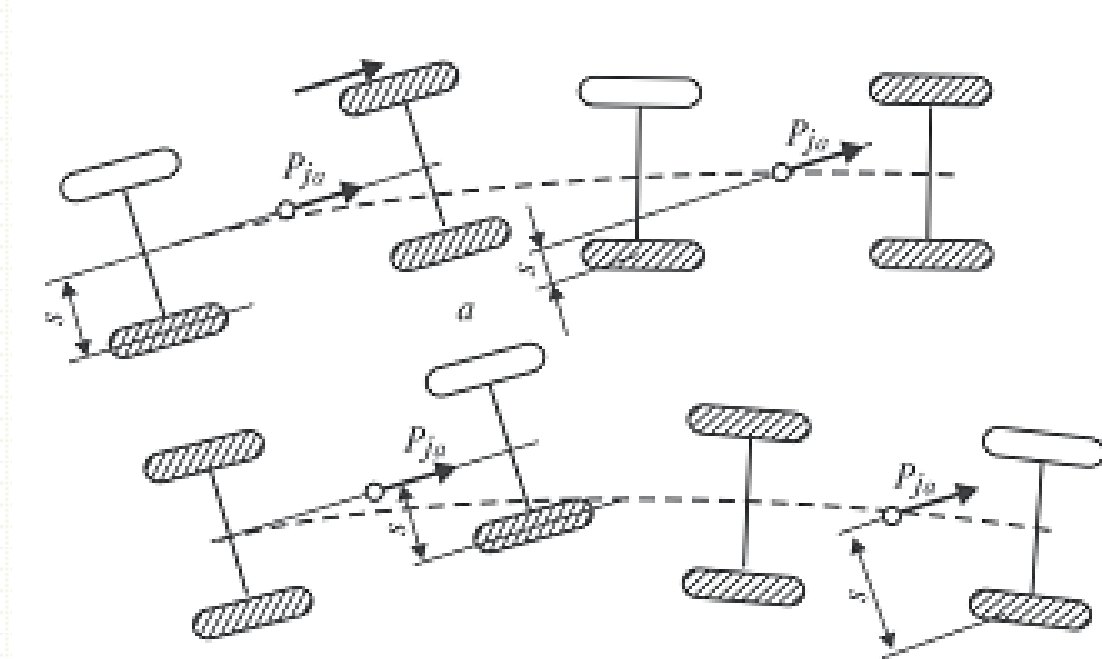
Shunday qilib, avtomobilning harakatdagi va tinch turgan holatlaridagi turg`unliklari yagona  $\eta_{T,y}$  koeffitsient bilan baholanar ekan. Tajribalar shuni ko`rsatadiki, agar $0,55 \leq \eta_{T,y} \leq 1$ bo`lsa,  $\beta_{o.kp} = (42,4 \cdot \eta_{T,y} - 2,4)^0$  va agar  $\eta_{T,y} \geq 1$  bo`lsa, $\beta_{o.kp} = (25,4 \cdot \eta_y + 15)^0$ qiymatlarga erishadi. Ushbu burchakning eng kam ruxsat etilgan miqdori ekanligi $\beta_{o.kp} = 21^0$ tajribalar orqali aniqlangan.

7.4. Ekspluatatsiyada uchraydigan faktorlarning avtomobil turg`unligiga ta`siri

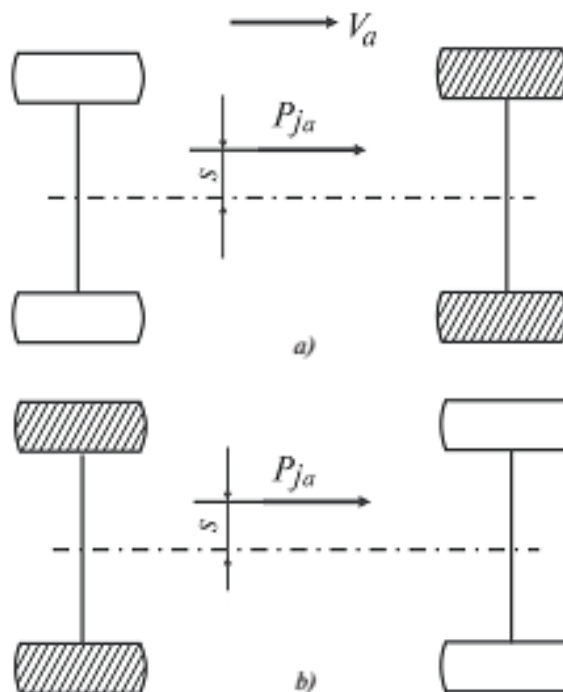
Ma`lumki, avtomobilning turg`unligi uning harakat xavfsizligi bilan bog`liq. Avtomobilni ekspluatatsiya qilish tugaguncha harakat xavfsizligini saqlash zarur. Avtomobilning turg`unligiga shinaning texnikaviy holati ko`proq ta`sir etadi. Shina protektorining yeyilishi g`ildiraklarning yer bilan tishlashishini kamaytiradi, bu esa uning yonga sirpanishini oshiradi. Shu sababli, shinaning protektori yo`l qo`yilganidan ortiqcha yeyilganda avtomobillarni yo`lga chiqarish man etiladi.

Tormozning noto`g`ri sozlanishi o`ng va chap g`ildiraklarda har xil tormozlash momenti hosil bo`ladi, bu burovchi moment avtomobilning turg`unligini yo`qotishi mumkin. Ayniqsa, oldingi g`ildiraklardagi tormozlash kuchining notekisligi g`ildiraklardagidan xavfli bo`ladi. Agar avtomobilning keyingi o`ng g`ildiragi tormozlangan bo`lsa, (7.3-rasm) avtomobil to`g`ri chiziqli harakatdan o`ngga og`adi. Bu hol inertsia kuchi  $P_{ja}$  va o`ng g`ildirakka bo`lgan S masofa hamda avtomobil troyektoriyasini o`zgartiruvchi moment kamayadi. Agar oldingi o`ng g`ildirak tormozlansa, avtomobil o`z troyektoriyasidan o`ngga og`adi. Bunda S yelka va burovchi moment ko`payib avtomobil turg`unligini batamom yo`qotadi. Bunday hol,

avtomobilning bir tomondagi g'ildiraklari sirpanchiq yerda, boshqa tomondagi g'ildiraklari esa tishlashish koeffitsienti katta bo'lgan yerda harakatlanganda tormozlanmasa ham sodir bo'lishi mumkin.



7.3-rasm. Tormoz noto'g'ri sozlanganligining avtomobil turg'unligiga ta'siri.



7.4-rasm. Kuzovda yukning noto'g'ri joylashishining avtomobil turg'unligiga ta'siri.

Avtomobilning ko'ndalang turg'unligi kuzovdagi yukning noto'g'ri joylashishi natijasida ham buziladi. Agar yukning og'irlik markazi avtomobilning bo'ylama o'qida



yotmasa (7.4-rasm), tormozlash paytida hosil boʻlgan P_{ja} kuchi S yelkada burovchi moment hosil qiladi. Tormozlash paytida oldingi gʻildiraklar blokirovka qilingan boʻlsa (7.4-rasm, a), $P_{ja} \cdot S$ momenti avtomobilni buradi. S yelka kamayib, nolga tenglashganda avtomobilning burilishi toʻxtaydi. Keyingi gʻildiraklar blokirovka qilingan boʻlsa (7.4-rasm, b), S kattalashib avtomobilning yonaki surilishiga sabab boʻladi.



8-§. Avtomobilning o'tuvchanligi

8.1. O'tuvchanlikni baholovchi ko'rsatkichlar

Avtomobilning og'ir yo'l sharoitlarida va yo'lsiz joylarda turli xil yo'l to'siqlarini yengib, uzluksiz harakatlanish qobiliyati o'tuvchanlik xususiyati deyiladi.

Avtomobilning yo'l to'siqlaridan o'tuvchanligi asosan u bajaradigan vazifa va ish sharoitlariga bog'liq. Masalan, shahar ichida va shaharlararo yuqori toifali yo'llarda qatnaydigan yo'lovchi avtomobillar uchun o'tuvchanlik bo'yicha katta talablar qo'yilmaydi. Lekin dala sharoitlarida har xil qoplamaga ega bo'lgan yo'llarda ishlatishga mo'ljallangan barcha turdagi avtomobillar uchun yo'l to'siqlaridan o'tuvchanlikni ta'minlash asosiy muammolardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, qishloq xo'jaligida, qurilishda, kon sanoatida va harbiy maqsadlarda ishlatiladigan yuk avtomobillari uchun o'tuvchanlik xususiyatiga yuqori talablar qo'yiladi.

Avtomobil og'ir yo'l sharoitlarida harakatlanganda, uning o'tuvchanligiga bir qancha yo'l omillari ta'sir etadi, jumladan:

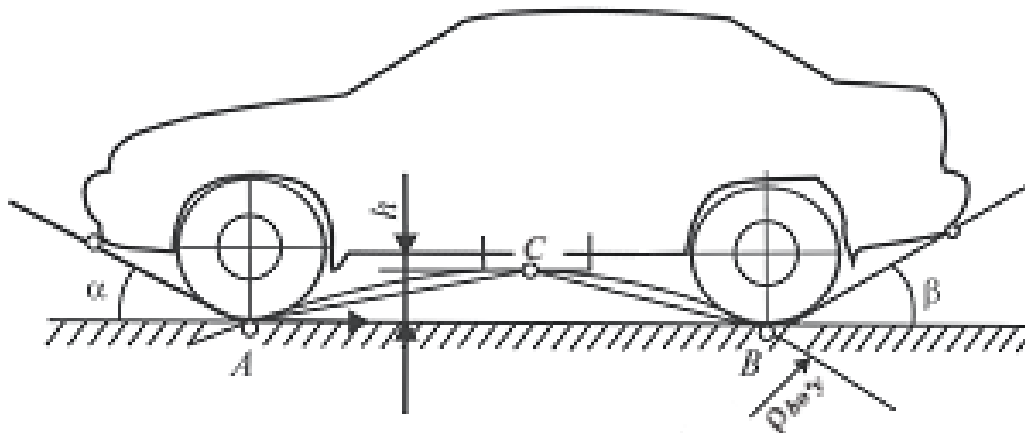
- 1) g'ildiraklar bilan yo'l orasidagi ilashish koeffitsientining kamayib ketishi;
- 2) yumshoq qoplamali yo'llarda avtomobil g'ildiraklariga tushadigan yuklanish tufayli tuproqning deformatsiyalanishi;
- 3) bir joyga to'plangan tabiiy va sun'iy to'siqlar (qalin qor, tuproq uyumi, toshlar, daraxt to'nkasi, qalin butalar, ariq va quvur kabilar);
- 4) suv va botqoqlikdan iborat to'siqlar;
- 5) ilkis yo'l qiyaliklari va nishabliklari.

O'tuvchanlik ikki turga bo'linadi:

- 1) profil, ya'ni geometrik o'tuvchanlik;
- 2) tayanch o'tuvchanlik.

Profil o'tuvchanlik avtomobilning geometrik o'lchamlari orqali aniqlanib, quyidagi ko'rsatkichlar bilan baholanadi (8.1-rasm):

1. Yo'lning prosveti: H ; ushbu miqdor avtomobil eng pastki nuqtasining yo'l sathidan balandligini bildirib, avtomobilning tuproqli yo'llarni va to'siqlarni yengib harakatlanish imkoniyatini belgilaydi. Ayniqsa, yuqori va o'ta yuqori o'tuvchanlikka ega bo'ladigan yuk avtomobillarida va avtopoyezdlarda yo'l prosveti katta bo'lishi ta'minlanadi.



8.1 – rasm. Profil o'tuvchanlik parametrlari: Bo'ylama holatda.

2. Avtomobilning oldingi va keyingi chiqish burchaklari: γ_0 ; va γ_k ; ushbu burchaklar yo'l tekisligi bilan, avtomobilning oldingi va keyingi turtib chiqqan nuqtasi bilan g'ildiraklarning yo'l sathiga tegib turgan nuqtasini o'zaro birlashtiruvchi chiziq orasidagi kattaliklardir; bu yerda l_0 va l_k - tegishlicha oldingi va keyingi turtib chiqish masofalari; chiqish burchaklari orqali avtomobilning chohlar va yo'l yoriqlaridan, kanal, oston va nosoz yo'llardan to'xtovsiz o'ta olishi ta'minlanadi.

3. O'tuvchanlikning bo'ylama radiusi: ρ_b ; ushbu miqdor avtomobilning oldingi va keyingi g'ildiraklarining yo'lga tegib turgan nuqtalari va ular orasidagi eng past joylashgan nuqta orqali o'tuvchi tsilindr radiusini bildiradi; bo'ylama radius orqali bo'ylama to'lqinsimon to'siqlardan, tuproq uyumlaridan, o'rkachsimon joylardan o'tuvchanlikni ta'minlash mumkin; bo'ylama radius miqdorini kichraytirish uchun g'ildiraklar orasidagi masofa-bazani kichraytirib, yo'l prosvetini oshirish tavsiya etiladi.

4. O'tuvchanlikning ko'ndalang radiusi: ρ_k ; ushbu miqdor avtomobilning o'ng va chap g'ildiraklari ichki qismining yo'lga tegib turgan nuqtalari va ko'priknining eng past joylashgan nuqtasi (yo'l prosveti) orqali o'tkazilgan tsilindrning radiusini bildiradi; bu ko'rsatkich orqali avtomobilning yo'l notekisliklaridan o'ta olishi ta'minlanadi.

5. Oldingi va orqa ko'prik o'qlarining o'zaro ayqashish burchagi: γ ; avtomobilning bo'ylama o'qiga nisbatan oldingi va orqa ko'priklarning yo'l notekisliklariga moslashuvini xarakterlaydi, ya'ni ularning yo'l sathi bilan aloqasining uzilmasligini ta'minlaydi.

6. Oldingi va orqa g'ildiraklar izlarining o'zaro mos kelish koeffitsienti:

$\eta_{iz} = \frac{b_{old}}{b_{orq}}$; (bu yerda b_{old} , b_{orq} – mos holda oldingi va keyingi g'ildirak izlari); ushbu

koeffitsient qanchalik bir soniga yaqin bo'lsa, yumshoq tuproqli yo'llarda harakatga qarshilik shunchalik kam bo'ladi; botqoqli yo'llarda esa aksincha bo'lishi mumkin.

7. Vertikal va gorizontal tekisliklar bo'yicha buklanish burchaklari: α_{ver} va α_{gor} ushbu burchaklar tirkamali avtomobillar uchun tegishli bo'lib, avtomobilning bo'ylama o'qiga nisbatan tirkamani ulovchi qurilmaning joylashish burchagini ifodalaydi.

8. Yo'l sathidagi chohning chuqurligi va tik to'siqning balandligi; ushbu kattaliklar barcha g'ildiraklari tortuvchi bo'lgan avtomobillarning profil o'tuvchanligini xarakterlaydi.

Avtomobilning tayanch o'tuvchanligi esa quyidagi ko'rsatkichlar bilan baholanadi.

1. Ilashish massasi va koeffitsienti; m_{φ} va k_{φ}
2. G'ildirakning yo'l sathi kontakt yuzasidagi o'rtacha bosim, ρ_{kon}
3. G'ildiraklarning tuproq yo'llardagi ilashish koeffitsienti, φ_{gr}
4. G'ildiraklarning ilashish bo'yicha dinamik omili, D_{φ}
5. Avtomobillar o'tuvchanligining solishtirma ko'rsatkichi, P
6. Avtomobilning eng katta yo'l qiyaligini zabt etish imkoniyati, α_{max}
7. G'ildirak izlarini hosil qilish uchun sarflangan quvvat, N_{iz}
8. Ilmoqdagi tortuvchi kuch va quvvat F_{il} va N_{il}

8.2. Avtomobilning profil o'tuvchanlik parametrlari

Avtomobilning profil o'tuvchanligini ta'minlaydigan ko'pchilik geometrik o'lchamlar avtomobil tashqi konstruksiyasining yo'l sathiga nisbatan vaziyatini aniqlashga xizmat qiladi. Shuning uchun ham profil o'tuvchanlikning ko'rsatkichlari yuqori o'tuvchanlikka ega bo'lgan avtomobillarni loyihalash paytida, yo'l sharoitlarini e'tiborga olgan holda ishlab chiqiladi.

O'tuvchanlikning bo'ylama va ko'ndalang radiuslari avtomobil yo'llariga asoslanib quyidagicha aniqlanadi:

$$\rho_b = \frac{\frac{L_1}{4H_1} + H_1 - 2r_d}{2}; \quad \rho_k = \frac{B_{ich}^2 + 4H_2^2}{8H_2}; \quad (8.1)$$

bu yerda: L_1 – avtomobil bazasi, H_1 – yo'l prosveti, r_d – dinamik radius, B_{ich} –



g'ildiraklarning ichki yuzalari bo'yicha koleyasi, H_2 – orqa ko'priknining prosveti.

Barcha g'ildiraklarning yetakchi bo'lgan 4x4, 6x6 yoki 8x8 formulali o'tuvchanligi yuqori avtomobillar yo'lsiz joylarda harakatlanganda, ular balandligi h ga teng tik to'siqlar yoki zinlarni yengib o'tishi talab etiladi.

Ushbu rasmda yetakchi g'ildiraklarning yo'l bilan aloqasi uzilib, tik to'siq qirrasi orqali uni zabt etish jarayoni aks ettirilgan. G'ildirakka ta'sir etuvchi barcha kuchlarni n va τ o'qlariga proyeksiyalab, hamda α burchagining holatini g'ildirak va to'siqning geometrik o'lchamlari orqali aniqlangan holda, g'ildirak yengib o'ta oldadigan tik to'siqning balandligi quyidagicha topiladi:

$$h \leq r_c \left[1 - \frac{1 - \lambda_{uu}}{\sqrt{1 + \left(\frac{X + \varphi_x \cdot Z}{Z - \varphi_x \cdot X} \right)^2}} \right], \quad (8.2)$$

bu yerda: λ_{sh} – shinaning radial deformatsiya koeffitsienti: $\lambda_{sh} = \frac{C_{sh}}{r_s}$; C_{uu} – shinaning radial deformatsiyasi; Z – g'ildirakka tushadigan vertikal og'irlik kuchi; X – g'ildirakni oldinga suruvchi yetakchi kuch.

(8.2) munosabatdan ko'rinadiki, g'ildiraklar nisbatan baland to'siqlarni yengib o'tish uchun X – itaruvchi kuch, φ_x – ilashish koeffitsienti, r_s – statik radius va λ_{sh} – deformatsiyalar katta bo'lishi va aksincha Z – yuklanish miqdori kichik bo'lishi lozim. Bular ichida eng salmoqli ta'sir etadigan parametrlar g'ildirak radiusi bilan uni oldinga itaruvchi kuch miqdoridir. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, oddiy yuk avtomobillari uchun $h \leq 0,15r_s$; 4x4 formulali avtomobillar uchun $h \leq 0,5r_s$; 8x8 uchun esa $h \leq r_s$.

Yo'lsiz joylarda harakatlanadigan avtomobil g'ildiraklari tik to'siqlardan tashqari, jarlik va choxlarni ham bartaraf etishi lozim bo'ladi. Bunda jarlikning eni, chuqurligi va g'ildirak diametri orasida quyidagi munosabat mavjud bo'ladi:

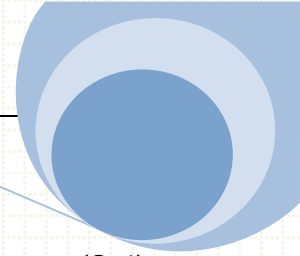
$$b_r = 2\sqrt{d_s h_r - h_r^2}; \quad (8.3)$$

bu yerda b_r – jarlikning eni; h_r – chuqurligi; d_s – g'ildirakning statik diametri.

Masalan, yolg'iz g'ildirak uchun: $b_r \leq 0,7d_s$.

8.3. Avtomobilning tayanch o'tuvchanlik parametrlari

Avtomobilning og'ir yo'l sharoitlardagi tayanch o'tuvchanligi eng avvalo uning



ilashish massasi koeffitsientiga bog'liq;

$$k_{\varphi} \geq \frac{f + i}{\varphi_x}, \quad (8.4)$$

bu yerda: $\psi = f + i$ – yo'lning jami qarshiligi.

Demak, g'ildirakning o'tuvchanlik xususiyatini yo'qotmasligi uchun k_{φ} katta bo'lishi kerak. Masalan, eng og'ir yo'l sharoitlarida ($\varphi_x = 0,2$; $f = 0,012$; $i_{\max} = 0,06$) harakatlanadigan avtomobillar uchun $k_{\varphi} = 0,31$ tavsiya etiladi.

G'ildiraklarning yumshoq yoki tuproq yo'llardagi o'tuvchanligi shinaning φ_x ilashish koeffitsientiga bog'liq bo'ladi:

$$\varphi_x = \frac{[k_H \varphi_p G_k + (1 - k_H)(F_{kon} C_0 + G_k \varphi_0)]}{G_k}, \quad (8.5)$$

bu yerda: k_H – g'ildirak protektori naqshlarining zichlik koeffitsienti $k_H = \frac{\rho_{kon}}{\rho_{pr}} = \frac{F_{pr}}{F_{kon}}$

F_{kon} – jami kontakt yuza; F_{pr} – proyektor naqshlari qirrasi bo'yicha kontakt yuza; φ_p – shina rezinasining tuproqqa ishqalanish koeffitsienti; C_0, φ_0 – tuproq xossasini hisobga oluvchi koeffitsientlar.

Nisbatan qattiq qoplamali yo'llarda g'ildirakning zaminga ko'rsatadigan o'rtacha bosimi quyidagicha hisoblanadi.

$$\rho_{konm} = \pi \cdot h_z (B_0 / H_0 + 3H_0 / 2B_0)(\rho_b + \rho_0)(1 - h_z / B_0) / (2B_{np}), \quad (8.6)$$

bu yerda: h_z – shinaning eng ko'p ezilish balandligi; B_{np} – protektorning eni; ρ_0 – shina qobig'i bikrligiga bog'liq bosim miqdori; ρ_b – shina ichidagi havo bosimi; B_0 – shinaning eni; H_0 – shinaning balandligi.

G'ildiraklarga tushadigan bosim qancha kichik bo'lsa, harakatga qarshilik shunchalik kam bo'ladi va avtomobilning tiqilib qolish ehtimoli kichik bo'ladi. Masalan qattiq qoplamali yo'llarda $\rho_{konm} \leq 0,6 \text{ MPa}$ va $\rho_{np} \leq 0,85 \text{ MPa}$ tavsiya etiladi.

Avtomobil yetakchi g'ildiraklarining tik to'siqlardan to'xtovsiz oshib o'tib harakatlanishi uchun talab etiladigan tortuvchi F_{κ} kuch miqdorini 8.2-rasmdan foydalanib aniqlaymiz;

$$F_k \geq \frac{G_k \left[\left\{ \frac{(1-\lambda_u)^2}{(1-h/r_c)^2} - 1 \right\} - \varphi_x \right]}{1 + \left[\left\{ \frac{(1-\lambda_u)^2}{(1-h/r_c)^2} - 1 \right\} \cdot \varphi_x \right]} \quad (8.7)$$

Demak, g'ildiraklar bilan yo'l qoplamasi orasida ilashish koeffitsientini oshirish orqali tortish kuchining kichikroq bo'lishiga erishish mumkin. Tik to'siqning balandligi g'ildirak radiusi orqali cheklanadi, ya'ni $h \leq r_c$. Agar $h = r_c$ bo'lsa, (8.7) formula maxrajidagi ifoda nolga tenglashib, tortish kuchining cheksiz bo'lishi talab etiladi.

Avtomobil g'ildiraklarining yo'l qoplamasi bilan ilashish sharti bo'yicha dinamik omili quyidagicha aniqlanadi.

$$D_\varphi = \varphi_x k_G \cos \alpha, \quad (8.8)$$

bu yerda: k_G – ilashish massasidan foydalanish koeffitsienti, $K_G = G_k / G_a$

Avtomobilning ilashish massasini oshirish uchun yetakchi g'ildiraklar sonini oshirish yoki umumiy og'irlik markazini yetakchi ko'prik tomon surish kerak bo'ladi.

Avtomobil eng olishi mumkin bo'lgan eng katta qiyalik miqdori $\alpha_{\max}$ kuchlar balansi tenglamasidan $dv/dt = 0$ bo'lgan hol uchun hisoblab topiladi.

$$\alpha_{\max} = \arcsin \frac{d_i \pm f \sqrt{f^2 + d_i^2 - 1}}{f^2 + 1} \quad (8.9)$$

bu yerda: $d_i = M_{emma} \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp} / G_a \cdot r_k$

Ushbu munosabatdan ko'rinadiki, avtomobil dvigateli va transmissiyasining tortish kuchini oshiruvchi $M_{e \max}$, i_{mp} va η_{mp} parametrlarini tanlash yo'li bilan yo'lning katta qiyaligini yengib o'tish mumkin bo'ladi.

Har xil tuproq sharoitlariga ega og'ir yo'l sharoitlarida harakatlanadigan avtomobilning o'tuvchanligi quyidagi umumlashgan ko'rsatkich bilan baholanadi:

$$\Pi = \operatorname{tg} \alpha_{\max} = k_\varphi \varphi_{xyip} - f_{myn} - (1 - k_\varphi) f_{uu} \quad (8.10)$$

bu yerda f_{myn} – tuproqning g'ildirashga qarshilik koeffitsienti; f_{uu} – shinaning ichki qarshiliklarni yengishga sarflangan koeffitsienti.

Ushbu umumlashgan ko'rsatkich, tegishli tuproq yo'l sharoitidagi eng katta yo'l qiyaligini yengib o'tishdagi avtomobil imkoniyatini baholaydi yoki turli darajadagi to'siqlarni yengib o'tishdagi, shig'ov bilan yurishdagi ilashish bo'yicha to'liq tortish kuchidan foydalanish imkoniyatini bildiradi.

Demak, umumlashgan o'tuvchanlik ko'rsatkichi qancha katta bo'lsa, avtomobil yuqori o'tuvchanlikka ega deb hisoblanadi. Buning uchun esa yetakchi g'ildiraklarning yo'l qoplamasi bilan ilashish sharoitini yaxshilab, g'ildirashga qarshilik qiluvchi omillarni kichraytirish zarur.

8.4. Avtomobil konstruktiv xususiyatlarining o'tuvchanlikka ta'siri

Avtomobillarning yuqori o'tuvchanligini ta'minlash uchun ularga bir qator konstruktiv o'zgartirishlar kiritiladi.

1. **Diffirential konstruksiyasini o'zgartirish.** Ma'lumki, avtomobil burilib harakatlanada, uning yetakchi ko'prigining ichki qismiga o'rnatilgan o'ng va chap yarim o'qlar har xil burchak tezliklari bilan aylanadilar. Oddiy differentsial o'rnatilgan avtomobillarning o'tuvchanligi past bo'ladi, chunki yetakchi g'ildiraklardagi tortish kuchi yo'l sathi bilan kam ilashish xususiyatiga ega bo'lgan g'ildirakdagi tortish kuchi bilan aniqlanadi. Oddiy konussimon differentsiallarda ishqalanish kamligi tufayli tortish kuchi 4...6 % dan yuqori bo'lmaydi. Agar transmissiyada chervyakli yoki kulachokli differentsiallar ishlatilsa, tortish kuchi 10...15 % ga oshadi. Konussimon differentsialning o'tuvchanligini oshirish uchun esa o'z o'zidan blokirovkalanishni ta'minlovchi ishqalanish muftalaridan foydalaniladi.

To'g'ri chiziqli harakatda burovchi moment avtomobil yarim o'qlariga ikki yo'nalishda uzatiladi:

- 1) differentsialning konussimon shesternyalari orqali;
- 2) har ikkala ishqalanish muftasi orqali.

Bunda, har ikkala yarim o'qlardagi burovchi momentlar o'zaro teng bo'ladi. Avtomobil burilib harakatlanganda yoki o'ng va chap g'ildiraklar har xil yo'l sharoitlariga tushib qolganda, burovchi momentlarning qayta taqsimlanishi ro'y beradi. Ushbu majburiy blokirovkalanish usuli tortish kuchini 2...3 baravar oshirib yuboradi.

Agar o'ng va chap g'ildiraklardagi ilashish koeffitsientlari bir-biridan kam farq qilsa, tortish kuchi 20...25% oshadi xolos. Demak, o'z – o'zidan blokirovkalanuvchi differentsiallar sirpanchiq yo'llarda harakatlanadigan avtomobillarning o'tuvchanligini yaxshilaydi. Bunda eng katta tortish kuchi quyidagicha aniqlanadi:

$$F_{k\max} = \varphi_{\max} F_k / 2 \quad (8.11)$$

2. **G'ildirak shinasidagi havo bosimini rostlash.** Ko'pchilik o'tuvchanligi yuqori bo'lgan avtomobillarda shinalardagi havo bosimini o'zgartirib va rostlab turuvchi markaziy tizim joriy qilingan. Ushbu tizim kompressor, saqllovchi klapan bilan jihozlangan havo balloni, markaziy va har bir shina jo'mraklari, havo o'tkazish quvurlari va egiluvchan shlanglar hamda havo taqsimlovchi kallakdan tashkil topgan

bo`ladi. Markaziy jo`mrak so`ruvchi va chiqaruvchi klapanlar bilan ta`minlanadi.

Haydovchi kabinasiga o`rnatilgan tortqi yordamida klapanlar boshqariladi. Tortqining neytral holatida har ikkala klapan yopiq bo`lib, havo balloni har bir shina jo`mraklari blokidan, blok esa atmosferadan ajralgan bo`ladi. Agar tortqi ish rejimiga o`tkazilsa, markaziy jo`mrak shina jo`mraklari blokini atmosferadan uzib uni havo balloni bilan ulaydi. Agar shinalardagi havo bosimini chiqarib yuborishi talab etilsa, shina jo`mraklari bloki havo ballonidan uzilib, atmosfera bilan tutashtiriladi. Har bir avtomobil g`ildiragiga mos holda shina jo`mraklari bloki havo ballonidan uzilib atmosfera bilan tutashtiriladi. Har bir avtomobil g`ildiragiga mos holda shina jo`mraklari bloki maxovikli ventil bilan ta`minlangan bo`ladi.

Har bir ventilni navbatma – navbat ochgan holda markaziy jo`mrakni yuqorida qayd etilgan holatlardan biriga o`tkazib, ayrim shinalardagi havoni chiqarib yoki kiritib, ulardagi bosimlarni manometr orqali o`lchash ishlari bajariladi.

3. O`z-o`zini tortib chiqaruvchi qurilmalar. O`ta og`ir yo`l sharoitlarida, masalan, avtomobil g`ildiraklari to`liq tiqilib qolganda, loy va botqoq yo`l sharoitida, keskin ko`tarilishlarda quvvat yig`uvchi qutiga uzatma orqali ulangan lebedkalardan foydalaniladi. Odatda, lebedka avtomobillarning oldingi qismiga o`rnatilgan bo`lib, lebedka barabanining uzatmasi chervyakli reduktorga ega bo`ladi. Yuklangan barabanni ushlab turish uchun tormoz qurilmasi qo`llaniladi. Yuklanish paytida lebedkani buzilishidan asrash maqsadida, uzatmalar qutisidan burovchi momentni qabul qilib olayotgan uzatma momentni cheklovchi bilan ta`minlanadi. Lebedka trosining uzunligi 80...110 m bo`lib, dvigatel tirsakli valining eng kichik aylanish chastotasida trosning barabanga o`ralish tezligi 0,15...0,5 m/s miqdorni tashkil etadi. Avtomobilni sug`urib olish uchun, lebedka trosining ozod uchi biror – bir tabiiy tayanch nuqtasiga (daraxt tanasi, tosh yoki qoziq) qotiriladi. Qoziq sifatida esa tishli yakorlar ishlatiladi, ularni yerga qoqib kirgazish mumkin. Trosning uchi maxkamlangach, dvigatel ishga tushirilib, lebedka barabaniga harakat uzatiladi. Natijada tros barabanga o`ralib avtomobilni tiqilib qolgan joyidan qo`zg`atadi va uni xavfsiz joyga chiqarib qo`yadi.

Agar, avtomobil mustaqil lebedkaga ega bo`lmasa, u holda yetakchi g`ildirakning gupchagiga maxsus o`z – o`zini tortib chiqaruvchi lebedka barabani qotiriladi. Ushbu lebedka barabanini g`ildirakka o`rnatish uchun uning gupchagi flantsga kiygazilib, so`ngra shponka bilan qotiriladi.

O`z – o`zini tortib chiqaruvchi qurilma trosidagi umumiy tortish kuchi avtomobil yetakchi g`ildiraklaridagi tortish kuchidan ancha katta bo`ladi va avtomobil og`irligining 70...80 %ini tashkil etadi.



**4. Avtomobil o`tuvchanligini oshiruvchi moslamalar.** Ilashish koeffitsienti kam bo`lgan, sirpanchiq yo`llarda avtomobilning yetakchi g`ildiraklaridagi tortish kuchini oshirish maqsadida ularga o`raladigan turli xildagi zanjirli moslamalar ishlatiladi. Zanjirli moslamalarning quyidagi turlari mavjud:

- 1) qulflanadigan o`rama zanjirlar;
- 2) kiygiziladigan (braset) zanjirlar;
- 3) ko`p tarmoqli braset zanjirlar;
- 4) gusenitsali zanjirlar;
- 5) shataksirashning oldini oluvchi qurilma.

Zanjirlar bilan qurollangan g`ildiraklardagi tortish kuchi, oddiy g`ildiraklarga nisbatan 20...45% yuqori bo`ladi.

Shataksirashni yo`qotuvchi qurilma, ikkita bo`ylama burchaklikdan yasali, ular g`ildirakka ilmoqlar vositasida birlashtiriladi. Yo`l qoplamasi bilan tishlashishni oshirish maqsadida bo`ylama burchakliklarning ostki qismi metall tishlar bilan jihozlanadi.

Ushbu qurilmalarning asosiy kamchiliklari shundaki, ular harakat paytida g`ildirak shinasi materialini yemirib yoki yirtib yuborish mumkin, hamda qurilmalarni o`rnatib yig`ishtirish uchun ancha vaqt sarflanadi. Yuqorida qayd etilgan nuqsonlarni bartaraf etish uchun kelgusida ilashish koeffitsientini oshirishga imkon beradigan qurilmadan foydalanish tavsiya etiladi. Ushbu qurilma bevosita avtomobil g`ildiragidan friksion uzatma orqali harakat olib, maxsus bunkerga yuklangan sochiluvchan materialni (qum, shag`al, kimyoviy modda) shneksimon ishchi organ vositasida shataksirash holatida bo`lgan g`ildiraklar bilan yo`l sathi oralig`iga sepib beradi. Avtomobil transport holatiga o`tgach, friksion uzatma richag va tortqilar orqali g`ildirakdan ajratiladi.

5. Mustaqil osmalardan foydalanish. Notekis yo`llardan yurishga mo`ljallangan avtomobillarda mustaqil va muvozanatlovchi osmalardan foydalanish ularning o`tuvchanligini oshirishga xizmat qiladi. Chunki mustaqil osmalar g`ildirakning g`adir – budir yo`l relyefiga moslashishlarini ta`minlaydi.

8.5. Ekspluatatsiyada uchraydigan faktorlarning avtomobil o`tuvchanligiga ta`siri.

Avtomobil og`ir yo`l sharoitlarida ishlaganda uning yetakchi g`ildiraklari katta kuch sarflashi kerak bo`ladi. Shuning uchun dvigatel quvvatini kamaytiruvchi va transmissiya qarshiligini orttiruvchi hamma faktorlar (detallarning yeyilishi, o`t oldirish sistemasining kamchiliklari, agregatlardagi turli nuqsonlar, past sifatli yonilg`i hamda moylarning ishlatilishi va h.k.) avtomobilning o`tuvchanligiga salbiy ta`sir ko`rsatadi.



Avtomobilning qarshiliklarni yenga olish qobiliyati yetakchi g'ildiraklarning yo'l bilan tishlashishiga va g'ildirashga qarshilik kuchiga bog'liq. Harakat vaqtida g'ildirak tuproqqa uning yuk ko'tarish qobiliyati tugaguncha botadi. G'ildirak qanchalik chuqur botsa, uning g'ildirashga qarshiligi shuncha ortadi. G'ildirakning yo'lga solishtirma bosimini kamaytirish uchun uning shinadagi bosimini kamaytirish, diametri va profilini kattalashtirish, g'ildiraklar sonini ko'paytirish zarur. Yuqori o'tuvchan avtomobillarga katta diametr va profilli maxsus shinalar o'rnatiladi. Ulardagi ichki bosim yo'lning qattiqligiga qarab, $0,5 \text{ kg/sm}^3$ ($0,05 \text{ MPa}$) dan 3 kg/sm^3 ($0,3 \text{ MPa}$) gacha o'zgarishi mumkin. Haydalgan, yomg'irdan keyin juda yumshagan yerlarda, qum va qorda yurish uchun avtomobilda maxsus keng profilli va past bosimli, arkali shinalar ishlatiladi. Bunday shinaning kontakt yuzasi oddiy shinalarnikiga nisbatan 2,5...4 marta katta, lekin uning xizmat muddati juda qisqa.

Shinaning yo'l bilan tishlashish koeffitsientini oshirish uchun uning protektori har xil shaklli qilib yasaladi. Bundan tashqari, qishda g'ildiraklarga sirpanishga qarshilik ko'rsatuvchi zanjirlar mahkamlanadi. Yomon yo'llarda botib qolgan avtomobil chig'ir yoki o'zi chiqarash moslamalar yordamida tortib chiqariladi.



9-§. Avtomobilning yurish ravonligi

9.1. Yurish ravonligini baholovchi ko'rsatkichlar

Avtomobilning kuzov, kabina va shassi qismlari, yuklar, yo'lovchilar va haydovchi tebranishlarining ruxsat etilgan darajasini ta'minlash xususiyati yurish ravonligi deb ataladi.

Avtomobil g'ildiraklari notekis yo'llarda harakatlanganda, vertikal (tik), gorizonta (bo'ylama yoki yonaki) va burchak tebranishlari paydo bo'ladi.

Avtomobilning tebranish jarayoni ikki qismga ajratilib o'rnatiladi: resor osti massalari (g'ildiraklar va ko'priklar) va resor usti massalari (kuzov, rama va unga birlashtirilgan shassi qismlari). Ma'lumki, notekis yo'llardan harakatlanayotgan avtomobilning resor osti massalari nisbatan kattaroq dinamik yuklanishlar ta'sirida bo'ladi va ular resor usti massalariga qaraganda katta amplitudalar bilan tebranadi.

Yo'lning g'adir-budirliklari qisman elastik shinalar yordamida yumshatilsa, kuzovning tebranishlari osmoning elastik qismlari (ressora, prujina, dempfer va rezina yostiqcha) vositasida kamaytirilib, so'ngra suyuqlikning qovushqoqligi hisobiga ishlaydigan amortizator qurilmasi bilan so'ndiriladi. Haydovchi va yo'lovchilar organizmida tebranish yuklanishlarini yo'qotish maqsadida o'rindiqlar elastik tayanchlarga o'rnatiladi yoki yumshoq materiallardan tayyorlanadi.

Avtomobilning yurish ravonligi quyidagi tebranish ko'rsatkichlari bilan baholanadi:

1. Tebranish davri T, sek
2. Tebranish chastotasi $\omega_T, \text{1/s}$
3. Tebranishlar amplitudasi $Z_{\max}, \text{m}$
4. Tebranishlar tezligi $\dot{Z}, \text{m/s}$
5. Tebranishlar tezlanishi $\ddot{Z}, \text{m/s}^2$

Bundan tashqari, tebranishlarni paydo qiluvchi manbaning ta'sir qilish davomiyligi va ularni so'ndirish jadalligi ham muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun ham yurish ravonligining umumlashgan ko'rsatkichi sifatida tebranishdagi yuklanish darajasi qabul qilinadi. Masalan: inson organizmi uchun zararli bo'lmagan tebranish chastotasi 1...1,5 Gts.ni tashkil etadi, ya'ni bu miqdor 60...90 qadam/minutni bildiradi. Agar tebranishlar chastotasi ushbu ko'rsatkichdan katta bo'lsa, inson organizmi yugurish paytidagi yuklanish ta'sirida bo'ladi va tezda toliqib qoladi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, tekis yo'llarda harakatlanganda, yo'lovchi avtomobillar 1,25...1,42 Gts xususiy tebranishlar chastotasiga ega bo'lsa, yuk avtomobillari 1,6...2,2 Gts, agar ular og'ir yo'l sharoitlarida harakatlansa, ushbu miqdor 6...8 Gts. gacha yetishi mumkin.

Yuqori darajadagi yurish ravonligiga ega bo'lgan avtomobillarning tebranish parametrlari quyidagi talablarga javob berishi kerak: 1) $Z = 0,05m$ tebranish amplitudasida $\omega_T = 1,33.Fy$; 2) $Z = 0,008...0,02m$ da esa $\omega_T = 2.Fy$.

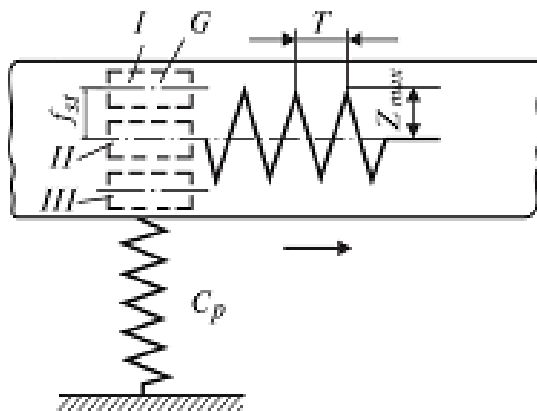
Tebranishlar tezlanishining oshib borishi ham inson organizmi tomonidan tez qabul qilinadi. Ushbu miqdor $\ddot{Z} = 2,5 \frac{m}{c^2}$ dan oshiq bo'lsa, bir qancha minutdan keyin organizm toliqadi, agar $\omega = 2.Fy$ da $\ddot{Z} = 4,5 \frac{m}{c^2}$ va $\omega_T = 1,25...1,33.Fy$ da $\ddot{Z} = 5,5 \frac{m}{c^2}$ miqdorni tashkil etsa, o'ta zararli oqibatlarga olib keladi.

9.2. Avtomobilning tebranish parametrlari

Yurish ravonligi ko'rsatkichlari orasidagi o'zaro bog'liqlikni aniqlash uchun avtomobil va uning elastik qurilmalarni uch massali tebranishlar sistemasi ko'rinishida ifodalanadi. Ressor usti massasi $m_{p.y.}$ qattiq jism sifatida qaralib, ikkita erkinlik darajasiga ega:

tik yo'nalishidagi qo'zg'alish va tik tekislik bo'yicha aylanish;

ressor osti massalari $m_{1\rho.o}$ va $m_{2\rho.o}$ esa faqat bitta erkinlik darajasiga ega: tik yo'nalishdagi qo'zg'alish (9.1-rasm).



9.1-rasm. Bir massali tizimning tebranish sxemasi

Dastlab ressor usti massasining tebranishini so'ndirilmagan hol uchun qarab chiqamiz. Umumiy bikrligi C_{kel} bo'lgan prujina ustidagi $m_{p.y.}$ massaning hosil qilgan deformatsiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$f = \frac{G_a}{C_{kel}} \quad (9.1)$$

Tebranma harakatning differentsial tenglamasini yechib, tebranishlar amplitudasining o'zgarishini topamiz:

$$Z = Z_{max} \sin \omega t \quad (9.2)$$

bu yerda: Z_{max} – eng katta amplituda, m.

ω – erkin tebranishlarning burchak chastotasi.

$$\omega = \sqrt{\frac{C_{kel}}{m_{p.y}}} \quad (9.3)$$

Tebranishlar tezligi; m/s:

$$v = Z_{\max} \omega \cos \omega t \quad (9.4)$$

Tebranishlar tezlanishi; m/s^2 ;

$$j = -Z_{\max} \omega^2 \sin \omega t \quad (9.5)$$

Tezlanishning o`lish tezligi, m/s^3 ;

$$j' = -Z_{\max} \omega^3 \cos \omega t \quad (9.6)$$

Tebranishlar soni quyidagicha aniqlanadi:

$$n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C_{kel}}{m_{py}}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{f}} \quad (9.7)$$

Shunday qilib, osmaning statik deformatsiyasi qancha katta bo`lsa, xususiy tebranishlar soni shunchalik kam bo`ladi. Shuning uchun ham yumshoq osmalardan foydalanib, avtomobilning yurish ravonligi yaxshilanadi.

Osmo va shinaning birgalikdagi keltirilgan bikrligi $C_{kel}, H/M$:

$$C_{kel} = \frac{C_p C_u}{C_p + C_u} \quad (9.8)$$

Zamonaviy avtomobillarning oldingi va keyingi osmalarining bikrligi 20...60 kn/m, g`ildiraklarining bikrligiga esa 200...450 kn/m. ni tashkil etadi.

9.3. Tebranishdagi titrash va shovqin

Avtomobil g`ildiraklarining notekis yo`l qoplamasi sathida majburiy tebranish oqibatida kuzov va shassi elementlarining tinimsiz titrashi hodisasi kuzatiladi. Titrash hodisasi chastotasining keng diapazonda o`zgarib turishiga yo`l notekisliklaridan tashqari shassi qismlarining dvigateldan qabul qilib olinayotgan burovchi momentining o`zgarib turishi va tezlik tufayli paydo bo`ladigan aerodinamik kuchlar ham sezilarli ta`sir ko`rsatadi.

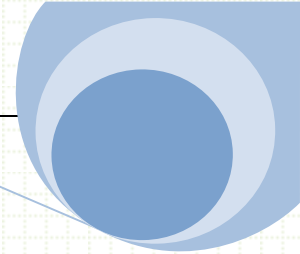
Titrash tufayli quyidagi noxush hodisalar ro`y berishi kuzatiladi:

- 1) avtomobil kabinasi va salonining komfortabellik darajasi pasayadi;
- 2) haydovchi va yo`lovchilar organizmi tez charchaydi;
- 3) bosh og`rig`i va ko`ngil aynishi kabi holatlar ro`y beradi;
- 4) mehnat unumdorligi pasayib ketadi;
- 5) kuzov va shassi elementlari ortiqcha dinamik yuklanishlarni qabul qiladi.

Avtomobilni tashkil etuvchi barcha massalarning titrashi uning ichki qismida va yo`l o`tkazilgan ko`chalarda shovqin hodisasini keltirib chiqaradi.

Shovqinning darajasi biror – bir chegaradan oshib ketsa, quyidagi salbiy holatlar yuzaga kelishi mumkin:

- 1) inson asab tizimi ortiqcha yuklanadi,



- 2) haydovchi diqqati va xotirasi pasayadi;
- 3) haydovchi reaksiyasining tezligi va hushyorligi kamayadi;
- 4) axborot va ma'lumotlarni qabul qilish qiyinlashadi;
- 5) tana harakati susayadi.

Avtomobilning umumiy shovqinlilik darajasi maxsus shovqin o'lchash asboblari orqali qayd etiladi. Shovqinning ruxsat etilgan miqdori davlat andozalari orqali belgilab qo'yilgan bo'lib, har bir avtomobil modeli uchun detsiball (db) birlik bilan o'lchanadi. Odatda, shovqinlilik darajasi avtomobil ikkinchi va uchinchi uzatmalarda shig'ov yurish paytida aniqlab olinadi. Shovqinlilik darajasiga dvigatel tsilindrlariga yonuvchi aralashma yoki havoni kiritish, ishlatilgan gazlarni atmosferaga chiqarish, sovutish tizimining ventilyatori va shinalarning yo'lga ishqalanishi ko'proq ta'sir qiladi.

9.4. Yurish ravonligiga ta'sir qiluvchi omillar

1. G'ildirak shinalari. Pnevmatik, ya'ni ichi havo bilan to'ldirilgan shinalarning qo'llanilishi osma elementlarining umumiy elastiklik darajasini oshiradi va avtomobilning yurish ravonligiga ijobiy ta'sir qiladi. Yuqori elastiklikka ega bo'lgan shinalar shovqinni pasaytiradi va qisman yutadi hamda pokrishka naqshlarining deformatsiyalanishi tufayli yo'lning mikronotekisliklarining harakat paytidagi turtki va zarbalarini kamaytirib yuboradi. Yuqori chastotali tebranishlarda shinaning vertikal ko'chishi va kuzov tebranishining tezlanishi kamayadi. Shuning uchun ham kam birlikka ega bo'lgan shinalar yurish ravonligini yaxshilaydi. Buning uchun shina profilining eni kattalashtirilib, uning ichidagi havo bosimi kamaytiriladi. Biroq yumshoq va tez deformatsiyalanuvchi shinalarning qo'llanilishi avtomobillarda osma konstruksiyasidan voz kechishga asos bo'lmaydi, chunki elastik osmasiz g'ildiraklar kuzov tebranishini jadal sur'atlarda so'ndira olmaydi.

2. Mustaqil osmalardan foydalanish. Yo'lovchi tashishga mo'ljallangan yengil avtomobillarning aksariyatining oldingi g'ildiraklari mustaqil osmalar bilan jihozlangan bo'ladi. Ayrim komfortabelligi yuqori bo'lgan avtomobillarda barcha g'ildiraklar mustaqil osmalarga ega bo'ladilar.

Mustaqil va nomustaqil osmalar orasidagi asosiy farq shundaki, agar nomustaqil osmalarda chap va o'ng g'ildiraklar balka yoki ko'prik tanasi orqali o'zaro biki bog'langan bo'lsa, mustaqil osmalarda har bir g'ildirak kuzov yoki rama bilan bir qancha richaglar vositasida sharnirli ravishda birlashtirilgan bo'ladilar. Shuning uchun ham chap va o'ng g'ildiraklardan birortasi yo'l notekisliklariga duch kelib qolsa, mustaqil osmalar g'ildiraklarning ko'ndalang tekislikka nisbatan bir xil burchakka qiyshayishiga sabab bo'ladi. Mustaqil osmalarda g'ildiraklardan birortasining vertikal



ko`chishi va ko`ndalang holatdan chekinishi ikkinchisiga ta`sir qilmaydi va kuzovning og`ishi yuz bermaydi.

Mustaqil osmalardan faqat oldingi g`ildiraklar uchun foydalanish quyidagi afzalliklarga ega:

1) oldingi g`ildiraklarning statik cho`kishi katta bo`ladi va deyarli orqa g`ildiraklar statik cho`kishi bilan bir xil bo`ladi, bu esa kuzovning og`ishiga yo`l qo`ymaydi.

2) oldingi ko`prik balkasi va resсорalardan voz kechilgani uchun, resсор osti massasi kamayadi va kuzovning xususiy tebranishlar chastotasi oshib, g`ildiraklarning rezonansli tebranishiga sabab bo`ladigan yo`l notekisliklari uzunligi kamayadi

3) amortizatorlarga tushadigan yuklanishlar kamayib g`ildiraklar tebranishni so`ndirish samaradorligi kamayadi;

4) avtomobil tannarxining oshib ketishi yuz bermaydi, chunki metall sarfidan yutiladi;

Agar avtomobilning yetakchi g`ildiraklari ham mustaqil osmalar bilan ta`minlansa, u holda tannarx keskin ko`tariladi, chunki g`ildiraklar uzatmasi konstruksiyasi marakkablashadi.

Mustaqil osmalarning elastik elementlari sifatida ko`proq speralsimon bikrligi kam prujinalar ishlatiladi. Ayrim hollarda buralishga ishlaydigan torsionlar va shavo yostiqlari ishlatiladi.

Mustaqil bo`lmagan orqa osmalarning elastik qismi asosan varaqsimon resсорa elementlaridan hosil qilinadi. Prujina va torsionlarning alohida ahamiyati shundaki, ular resсорalarga qaraganda kichik massaga ega chidamliligi yuqori, elastik elementlar orasida ortiqcha ishqalanish bo`lmaydi, sodda tuzilgan va ortiqcha texnik qarovga muhtoj emas.

3. Pnevmatik osmalar. Ushbu osmalar tarkibiga havoni yuqori bosim bilan siqib beruvchi va elastiklik xarakteristikasini avtomatik rostlovchi qurilma kompressor, havo yostiqlari va qo`shimcha asbob-uskunalar kiradi.

Pnevmatik osmalarning asosiy yutuqlari quyidagilardan iborat;

- 1) ushbu osma bikirligining o`ta kichikligi tufayli yurish ravonligi yuqori bo`ladi;
- 2) osma bikrligining keng diapazonda o`zgarib turishi;
- 3) statik yuklanishlarning har qanday qiymatlarida kuzov sathining bir hil bo`lishi;
- 4) kuzov balandligini o`zgarish imkoniyatining mavjudligi;
- 5) elastik qismlar ishlash muddatining davomiyligi;

- 6) resorlanmaydigan massalar kamligi;
- 7) yo'l notekisliklariga osmaning yuqori darajadagi sezgirligi.

Ushbu osmaning asosiy kamchiligi uning o'ta murakkabligi va tannarxining yuqoriligidir. Shuning uchun xam pnevmatik osmalar asosan yuk avtomobillari va avtobuslarning yetakchi ko'priklarida va tirkama osmalari sifatida ishlatiladi.

4. Torsionli osmalar. Torsionli osmalar faqat buralishga ishlaydigan metal o'zak (sterjen)lardan tashkil topgan bo'ladi. Ular avtomobilga ham bo'ylama ham ko'ndalang holatlarda o'rnatiladi. Tuzilishiga ko'ra uch xil torsionlar mavjud; yakkalik, yig'ma va varaqsimon. Yakkalik torsion vallar kuzovning ko'ndalang yoki bo'ylama og'ishini rostlab turadigan burilishga ishlaydigan po'lat o'zakdan iborat. Yig'ma va varaqsimon torsionlar kam uzunlik talab etiladigan hollarda ishlatiladi. Ular yakkalik torsionlarga nisbatan biroz og'irroq, bo'lsalar ham ishlash qobiliyati va ishonchliligi yuqoriroq bo'ladi.

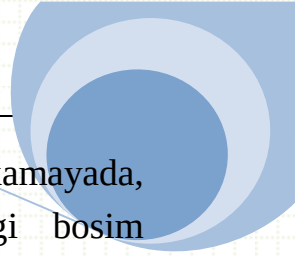
9.5. Ekspluatatsiyada uchraydigan faktorlarning avtomobilning yurish ravonligiga ta'siri

Avtomobil tebranishiga yo'lning notekisligi katta ta'sir ko'rsatadi. Asfalt-beton va tsement-beton yo'llarda balandligi 3...5 mm, uzunligi 8...10 m; balandligi 10...12 mm va uzunligi 5...8 m to'lqinlar bor. Yo'llar harakat intensivligi katta bo'lganda, shunday to'lqinsimon holatga keladi va avtomobilning yurish ravonligini yomonlashtiradi.

Avtomobil yurish qismining texnikaviy holati yomonligi uning yurish ravonligiga ta'sir etadi. Agar ressora listlar orasida moy kam bo'lsa, ishqalanish kuchayib, tebranish chastotasi oshadi. Ishqalanish kuchayganda, kuzov qattiq turtkilarni ham qabul qilib, uning tebranishi zo'rayadi. Agar amortizator salnigi yomon bo'lsa, uning moyi sizadi va tebranishni so'ndirish xususiyati yo'qoladi. Bunday amortizatorli avtomobil notekis yo'ldan o'tgandan keyin ham ancha vaqt tebranishda davom etadi. Agar yo'ldagi notekisliklar takrorlansa va uning chastotasi erkin tebranish chastotasiga teng bo'lib qolsa, rezonans hodisasi ro'y berishi mumkin. Natijada g'ildirak yo'l bilan kontaktini yo'qotib, yurish ravonligi, avtomobilning turg'unligi va boshqariluvchanligi yomonlashadi.

Avtomobilning yurish ravonligi uning ustidagi yukka ham bog'liq. Yuk miqdori o'zgarishi bilan ressorlangan massa oshadi, avtomobilning og'irlik markazi pasayadi, osmaning elastik elementlari deformatsiyasi esa oshadi. Bu ayniqsa, yuk avtomobillarida yaqqol ko'zga tashlanadi.

Shinaning elastikligi qanchalik yaxshi bo'lsa, u turtkilarni shunchalik yaxshi so'ndiradi. Shina elastikligi uning ichki bosimini kamaytirish hisobiga oshirilishi



mumkin, lekin ichki bosim kamayganda shinaning yuk ko`tarish kuchi kamayada, g`ildirashga qarshiligi esa kattalashadi. Shuning uchun shinalardagi bosim instruktsiyaga mos bo`lishi kerak.



10-§. Avtomobilning yonilg'i tejamkorligi

10.1. Yonilg'i tejamkorligini baholovchi ko'rsatkichlar

Avtomobillarning turli xil ekspluatatsiya sharoitlari uchun transport ishlarini bajarishdagi yonilg'i sarflarini aniqlovchi xususiyatlari majmuasi yonilg'i tejamkorligi deyiladi. Yonilg'i tejamkorligi quyidagi ko'rsatkichlar bilan baholanadi:

- 1) yonilg'ining soatbay sarfi, G_m kg/soat;
- 2) yonilg'ining solishtirma sarfi, g_e g/kvt.soat;
- 3) 100 km. masofani bosib o'tish uchun sarflangan yonilg'i miqdori, Q_s , l;
- 4) 100 m.km transport ishini bajarish uchun sarflangan yonilg'i miqdori, Q_w , l.

Qabul qilingan davlat andozasi bo'yicha yonilg'i tejamkorligi quyidagi ko'rsatkichlar bilan aniqlanadi:

- 1) yonilg'ining nazorat sarfi;
- 2) magistral yo'ldagi tsiklik qatnov uchun yonilg'i sarfi;
- 3) shahar yo'llarida tsiklik qatnov uchun yonilg'i sarfi;
- 4) shahar yo'llari uchun stendda olingan yonilg'i sarfi;
- 5) turg'un harakatdagi yonilg'i xarakteristikasi;
- 6) magistral yo'l uchun yonilg'i tezlik xarakteristikasi.

10.2. Avtomobilning yonilg'i sarfi parametrlari

Avtomobilning yonilg'i sarfi quyidagilarga bog'liq:

- 1) avtomobil qismlarining konstruksiyasiga va ularning texnik holatlariga;
- 2) yo'l va iqlim sharoitlariga;
- 3) haydovchining malakasiga;
- 4) transport jarayonining tashkil etilishiga.

Avtomobilga o'rnatilgan dvigatelning yonilg'i sarfi yonilg'ining solishtirma sarfi orqali aniqlanadi.

$$g_e = \frac{3600}{H_u \cdot \eta_e}, \quad \text{g/kvt} \cdot \text{soat} \quad (10.1)$$

bu yerda η_e – dvigatelning samarali f.i.k. (karbyuratorli dvigatellar uchun $\eta_e = 0,25 \dots 0,33$; dizellar uchun $\eta_e = 0,35 \dots 0,40$; gazballonli dvigatellar uchun $\eta_e = 0,25 \dots 0,28$); H_u – yonilg'ining quyi yonish issiqligi (benzin uchun: $H_u = 44$ mj/kg; dizel yonilg'isi uchun: ($H_u = 42,5$ mj/kg)

Dvigatelning solishtirma va soatbay yonilg'i sarflari orasida quyidagicha o'zaro bog'liqlik mavjud:

$$g_e = \frac{1000 \cdot G_T}{N_e}, \quad (10.2)$$

bu yerda G_T – soatbay yonilg'i sarfi, kg/soat

(10.2) formuladan:

$$G_T = g_e \cdot N_e / 1000 = g_e N_\kappa / (1000 \cdot \eta_{mp}), \quad (10.3)$$

bu yerda N_κ - yetakchi g'ildiraklarga olib kelingan quvvat, $N_\kappa = N_e \cdot \eta_{mp}$:

Agar $N_\kappa = N_\psi + N_w + N_{ja}$ ekanligini e'tiborga olsak, u holda:

$$G_T = g_e (N_\psi + N_w + N_{ja}) / (1000 \cdot \eta_{mp}), \quad (10.4)$$

Agar $N = F \cdot v / 1000$ ekanligi nazarda tutilsa, u holda:

$$G_T = g_e \cdot v_a (F_\psi + F_w + F_{ja}) / \eta_{mp} \quad (10.5)$$

Avtomobilning ekspluatatsiya sharoitida yonilg'ini sarflash ko'rsatkichi, dvigatelning yonilg'i sarfidan tashqari u harakatlanadigan atrof-muhit sharoitlariga ham bog'liqdir. Jumladan, avtomobilning 100 km. masofani bosib o'tishda sarflangan yonilg'i miqdori quyidagicha aniqlanadi.

$$Q_s = 27,7 G_T / v_a \cdot \rho_m, \quad \text{л/100км} \quad (10.6)$$

bu yerda ρ_m - yonilg'ining zichligi, kg/l;

G_T - miqdorning qiymatini (10.4) va (10.5) formulalardan (10.6) ga keltirib qo'ysak, quyidagi munosabatlarga ega bo'lamiz:

$$Q_s = g_e (N_w + N_\psi + N_{ja}) / 36 v_a \cdot \rho_m \cdot \eta_{mp} \quad (10.7)$$

$$Q_s = g_e (F_w + F_\psi + F_{ja}) / 36.000 \cdot \rho_m \cdot \eta_{mp} \quad (10.8)$$

Demak, avtomobillarning ish jarayonidagi yonilg'i sarflari yo'lning va havoning qarshiliklariga, avtomobilning notekis harakatlanishiga bog'liq bo'lib, uning harakat tezligiga qay darajada bog'liqligi (10.7) munosabat orqali aniq ifodalanmaydi. Shuning uchun ham yonilg'i sarfining harakat tezligiga bog'liq bo'lgan xarakteristikalarini aniqlashda real yo'l sharoitlarida bir qator amaliy tajribalar o'tkazilishini taqozo etadi.

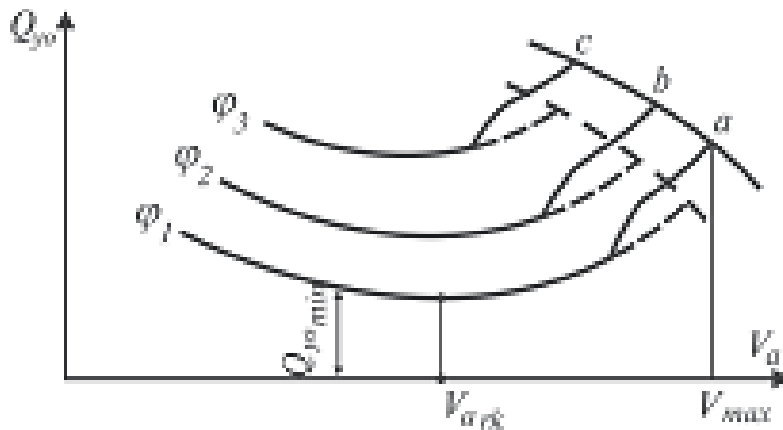
10.3. Yonilg'ining iqtisodiy xarakteristikasi

Yonilg'i sarfining harakat sharoitlari bilan bog'liqligini tahlil qilish uchun $Q_s = f(v)$ yonilg'ining iqtisodiy xarakteristikasi grafiklari quriladi (26-rasm).

Bunda, harakat tarkibining tekis harakatidagi yo'l qarshiliklarining bir qancha qiymatlari ψ_1, ψ_2, ψ_3 e'tiborga olinadi. Odatda, bu kabi egri chiziqlar yuqori uzatmalar uchun quriladi. Har bir egri chiziqning a, v, s ahamiyatga molik nuqtalari mavjud. Agar a nuqta eng kichik v_{min} turg'un tezlikni bildirsa, v nuqta esa tegishli yo'l



qarshiligi uchun eng kam yonilg'i miqdoriga mos keluvchi v_{onm} eng maqbul tezlikni aniqlaydi. Shuningdek c nuqta dvigatel to'liq yuklanishda ishlanganda yonilg'i sarfini anglatuvchi v_{max} eng katta tezlikni bildiradi. 10.1–rasmdan ko'rinadiki, har bir yo'l qarshiligiga ma'lum eng kam yonilg'i sarfi to'g'ri kelib, shu bilan birga harakat tarkibining eng maqbul va eng katta mumkin bo'lgan tezliklar chegarasi ko'rinib

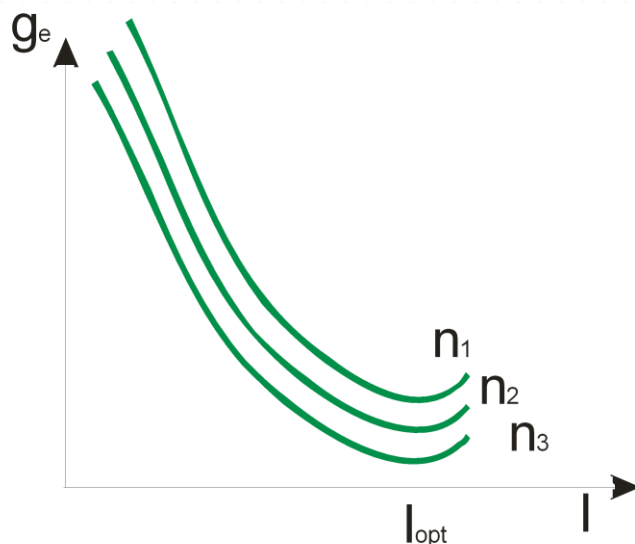


10.1-rasm. Yonilg'ining iqtisodiy xarakteristikasi

turadi. Yo'l qarshiligi oshishi bilan yonilg'i sarfi ko'payib, eng maqbul va eng katta tezliklar miqdori kamayadi.

Albatta, tejamkorlikka erishish maqsadida harakat tarkibining iqtisodiy jihatdan eng maqbul v_{onm}

tezlikda harakatlanishi talab etiladi. Lekin, mehnat unumdorligini oshirish va tashish tannarxini kamaytirish uchun tezlikni v_{onm} va v_{max} oralig'ida tanlash maqsadga muvofiqdir.



10.2-rasm. Yonilg'i sarfining dvigatel quvvatidan foydalanish koeffitsientiga bog'liqligi

Yonilg'i iqtisodiy xarakteristikasini qurishning bir qancha usullari mavjud:

- 1) yo'l sinovlari natijalariga asoslanish;
- 2) stendda sinov o'tkazish yo'li bilan;
- 3) hisoblash (analitik) usuli.

Harakat tarkibining yonilg'i iqtisodiy xarakteristikasi nazariy hisoblash usuli bilan quyidagicha amalga oshiriladi:

- 1) yo'lning jami qarshilik koeffitsienti ψ beriladi;



2) ν harakat tezligining bir qancha qiymatlari berilib, uning har bir qiymati uchun N_ψ va N_w aniqlanadi;

Agar dvigatelning yuklanish xarakteristikasi berilgan bo'lsa, har bir berilgan tezlik uchun N_e quvvat hisoblanib, yuklanish xarakteristikasidan g_e va (10.7) formuladan Q_s topiladi. Ushbu hisoblashlar ψ ning bir qancha qiymatlarida takrorlanib, so'ngra yonilg'ining iqtisodiy xarakteristikasi quriladi.

Agar yuklanish xarakteristikasi berilmagan bo'lsa, u holda $g_e = f(N)$ (10.2-rasm) foydalanib, hisoblash davom ettiriladi.

3) n aylanishlar chastotasining har bir qiymati uchun tashqi tezliklar xarakteristikasidan N_e samarali quvvatlar miqdori aniqlanadi;

4) $N = 100(N_\psi + N_w)/(N_e \cdot \eta_{mp})$ xisoblanadi.

5) $g_e = f(N)$ (10.2-rasm) grafikdan tezlik miqdorining har bir qiymatlariga mos keluvchi n va I uchun g_e qiymatlari aniqlanadi. Shundan so'ng (10.8) formula bo'yicha Q_s hisoblanadi.

Yonilg'i tejamkorligi xarakteristikalari berilmagan hollarda, hisoblash quyidagicha davom ettiriladi:

6) η koefitsientining miqdori va n_e/n_N nisbatan foydalanib, jadvallardan K_n va K_u koefitsientlar tanlanadi va yonilg'ining samarali solishtirma sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$g_e = g_N \cdot K_n \cdot K_u \quad (10.9)$$

bu yerda g_N - dvigatelning eng katta quvvatiga mos keluvchi solishtirma sarfi, $g/(kvt.soat)$; $g_N = 1,08g_{emin}$; K_n - dvigatel tirsakli valining yonilg'i samarali solishtirma sarfiga bog'liqlik koefitsienti; K_u - dvigatel quvvatidan foydalanish darajasining yonilg'i solishtirma sarfiga bog'liqligini e'tiborga oluvchi koefitsient

7) yonilg'i sarfi (10.7) yoki (10.8) munosabatlardan foydalanib hisoblanadi:

$\eta = 100\%$ bo'lganda, karbyuratorli dvigatellar uchun: $g_{emin} = 260...310$, $z/(k\kappa m.coam)$; dizellar uchun $g_{emin} = 195...230$, $z/(k\kappa m.coam)$;

10.4. Yonilg'i sarfi normalari

Yonilg'ining masofaga bog'liq holda sarf bo'lganligini aniqlaydigan (10.7) formula tarkibida, avtomobillarning ekspluatatsiya jarayonida ushbu sarfni



ko'paytiruvchi bir qancha omillar e'tiborga olinmagan. Haqiqiy yonilg'i sarfini hisobga olish uchun normalash usuli qo'llaniladi.

Harakat tarkibining foydali ish bajarish uchun sarflanadigan yonilg'i miqdorini normalash yuk va yo'lovchilar tashishdagi xarajatlarni kamaytirib, uning rentabelligini oshiradi.

Ekspluatatsiya sharoitlarida yonilg'i sarfiga quyidagi holatlar sabab bo'ladi:

1) avtomobilning yo'l bo'ylab harakatlanishiga va dvigatel energiyasining ichki yo'qotishlariga;

2) transport ishining bajarilishiga, ya'ni yukni tashishga;

3) to'xtab turgan avtomobil dvigatelning salt ishlashiga.

Normalangan yonilg'i sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = K_{T1} \cdot \frac{S}{100} + K_{T2} \cdot \frac{W_{Tp}}{100} + K_{T3} \cdot Z_e, \quad (10.10)$$

bu yerda K_{T1} – avtomobilning harakatlanishi va dvigateldagi ichki yo'qotishlarga sarflanadigan yonilg'i normasi; K_{T2} – birlik transport ishini bajarishga sarflangan yonilg'i normasi; K_{T3} – har bir borib kelish uchun qo'shimcha sarfning yonilg'i normasi.

$$K_{T1} = A_T + B_T(\psi \cdot G_o + F_w), \quad (10.11)$$

$$K_{T2} = 1000\psi \cdot B_T, \quad (10.12)$$

bu yerda A_T – dvigatelning ichki yo'qotishlari uchun sarflangan yonilg'i miqdori, l; B_T – 1 n. ga teng umumiy qarshilik kuchiga mos keladigan yonilg'i sarfining orttirmasi, l;

$$W_{Tp} = S_{yo} \cdot G_{yo} \quad (10.13)$$

bu yerda S – bosib o'tilgan masofa; S_{yo} – yuk bilan bosib o'tilgan masofa; G_{yo} – yukning umumiy og'irligi, t; Z_e – qatnovlar soni.

K_{T1} , K_{T2} va K_{T3} yonilg'i normalarining haqiqiy miqdorlari avtomobillarning turiga va ularning ish sharoitlariga bog'liq. Masalan:

- hammabop bort platformali yuk avtomobillari uchun:

$$Q = K_{T1} \cdot \frac{S}{100} + K_{T2} \cdot \frac{W_{Tp}}{100} \quad (10.14)$$

- samosval (o'zi ag'dargichlar) uchun;

$$Q = K_{T1} \cdot \frac{S}{100} + K_{T3} \cdot Z_e \quad (10.15)$$

- avtopoyezdlar uchun:

$$Q = K_{an} \cdot \frac{S}{100} + K_{T2} \frac{W_{T2}}{100}, \quad (10.16)$$

bu yerda: K_{an} -avtopoyezdning harakatlanishi uchun yonilg'i sarfi normasi.

- benzinli dvigatellar uchun $K_{an} = K_{T1} + 2,5G_{mup}$

- dizellar uchun: $K_{an} = K_{T1} + 1,5G_{mup}$

bu yerda G_{mup} –tirkamaning og'irligi

10.5. Yonilg'i tejamkorligiga ta'sir qiluvchi omillar

Avtomobilning ekspluatatsiyasida uchraydigan ko'pgina omillar yonilg'i tejamkorligiga ta'sir etadi. Avtomobilning yo'ldagi harakati va uzatmalar qutisidagi uzatmalarni almashtirish rejimi haydovchining ish tajribasiga bog'liq. Shuning uchun har xil tajribaga ega bo'lgan haydovchilar har xil sharoitda ishlasa ham yonilg'ining sarfi o'rtacha miqdoridan $\pm 10\%$ ga farq qiladi.

Ayrim vaqtlarda haydovchilar "impulsiv harakat" metodini ishlatadilar, ya'ni eng katta uzatmada avtomobil v_{a1} tezlikka erishib, keyin neytral uzatmada "nakat" bilan v_{a2} tezligigacha harakatlanadi. Avtomobilning bunday harakati davrida dvigatel quvvatidan to'laroq foydalaniladi, lekin yonilg'ining bir qismi avtomobilning kinetik energiyasini kamaytirishga sarflanadi. Avtomobilning keyinchalik nakat bilan harakatlanishi davrida yonilg'i juda kam sarflanadi. Natijada yonilg'ining umumiy sarfi avtomobilning tekis harakatidagiga nisbatan bir oz kamroq bo'ladi. Impulsiv harakat davrida dvigatel va transmissiya agregatlarining yeyilishi jadallashadi, haydovchining ishlash sharoiti yomonlashadi, shuning uchun bu usuldan ortiqcha foydalanish tavsiya etilmaydi.

Avtomobilning umumiy bosib o'tgan yo'li ortishi bilan yonilg'i sarfi ham ortib boradi, chunki uning o't oldirish va yonilg'i bilan ta'minlash sistemalarining ishlashi yomonlashadi.

Karbyurator ekonomayzeri klapanining yomon ishlashi yonilg'i sarfini 15% ga oshiradi. Olti tsilindrli dvigatelning bitta svechasi ishlanmasi, yonilg'i sarfi 20...25% ga, ikkitasi ishlanmasi 50...60% ga oshadi. O't oldirish payti noto'g'ri rostlansa, yonilg'i sarfi 60...80% ortadi.

Dvigatelning issiqlik rejimi ham yonilg'i sarfiga ta'sir qiladi. Agar dvigatel juda sovub ketgan bo'lsa, yonilg'i yetarli bug'lanmaydi. Sovutish sistemasidagi suvning temperaturasi 95⁰S dan 75⁰S tushsa, yonilg'i 3...5 % ortiq sarflanadi.

Yonilg'i tejamkorligiga shassi agregatlarining texnikaviy holati ham ta'sir qiladi. Podshibniklarni, tormoz sistemasini noto'g'ri rostlash, shinadagi bosimning

normadan kamayishi avtomobil harakatida ortiqcha qarshiliklarni tug'diradi va natijada, yonilg'i sarfini oshirib yuboradi.

Avtomobilning yonilg'i tejamkorligini yaxshilash uchun dvigatelning siqish darajasini oshirish, transmissiyada avtomatik uzatmalar qutisini o'rnatish, yuk tashishda avtopoyezdlardan foydalanish kerak. Xo'jaliklarda avtotransportdan foydalanishni to'g'ri tashkil etish yaxshi samaralar beradi. Ekspluatatsiya sharoitlarining o'zgarishini va avtomobillar konstruktsiyasining yaxshilanishini hisobga olib, yonilg'i sarflash normalarini qayta ko'rib chiqish lozim. Tirkama va yarim tirkamalar yordamida avtopoyezdlar tuzishni ko'paytirish va umuman, avtomobillarning hamma vaqt yuklangan holda ishlashini ta'minlash zarur. Tajribalarning ko'rsatishicha, yuk avtomobillarining harakat tezligini 60 km/soatda oshirish yaxshi natija bermaydi. Agar ular 70 km/soat tezlik bilan harakatlansa, yonilg'i sarfi 90 %, 80 km/soat tezlik bilan harakatlansa 20 % ortadi, tez harakatlanishda unumdorlik ham ortadi. Avtoxo'jaliklarda yonilg'ini tejash maqsadida ish kunining oxirida baklardagi ortib qolgan benzinni o'lchash, haydovchilarga bir kunlik topshiriqni bajarishga yetadigan talon berish va ularni yo'l varaqasida qayd etish kabi ishlarni amalga oshirish zarur.

Harakat tarkibining yonilg'i tejamkorligiga ta'sir qiluvchi ichki va tashqi omillar juda ko'p bo'lib, ular orasidan eng ahamiyatlilari quyidagilardir.

1. Dvigatelning turi. Dizel dvigatellar bilan jixozlangan avtomobillar karbyuratorli dvigatellarga qaraganda 25...30% yonilg'ini kam sarflaydi.

2. Dvigatelning texnik holati. Ko'pincha dvigatelning ta'minlash va yondirish tizimlaridagi nuqsonlar va nosozliklar yonilg'ining ortiqcha sarf bo'lishiga olib keladi. Masalan, karbyurator nosoz bo'lsa, yonilg'i sarfi 10...15%, salt yurish rejimi noto'g'ri rostlangan bo'lsa 7...10% va bitta yondirish shamchasi ishlamasa 20...25% ga oshib ketadi.

3. Dvigatelning issiqlik rejimi. Agar dvigatel suv g'ilofidagi sovituvchi suyuqlikning harorati 95⁰S dan 65⁰S gacha pasayib ketsa, yonilg'i sarfi 15...25% oshadi. Chunki tsilindrlarga kiritilayotgan yonilg'ining bir qismi bug'lanib ulgurmaydi va chala yonish kuzatiladi.

4. Shassining texnik holati. Agar tormoz mexanizmlari, asosiy uzatma va g'ildirak gupchagining podshipniklari noto'g'ri rostlangan bo'lsa, yonilg'i sarfi 10...20% ga ko'payadi. Xuddi shu kabi, boshqariluvchi g'ildiraklarning noto'g'ri o'rnatilishi va shinadagi havo bosimining normadan kamligi yonilg'i sarfi 10..15%, ilashish muftasining to'liq qo'shilmasligi esa 5...6% oshirib yuboradi.



**5. Yo`lning qarshiligi.** Ma`lumki og`ir yo`l sharoitlarida va yo`lsiz joylarda avtomobil past uzatmalarda harakatlanadi. Bunda transmissiyaning uzatmalar soni oshib, dvigatel quvvatidan foydalanish koeffitsienti kamayib ketadi, natijada yonilg`ining ortiqcha sarfi kuzatiladi.

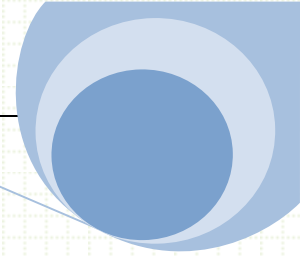
6. Harakatlanish rejimi. Avtomobil shig`ov bilan yurganda harakatga qarshilik qiluvchi kuch oshib, yonilg`i sarfining ko`payishiga olib keladi. Xuddi shu kabi, tormozlanish va undan keyingi shig`ov bilan yurish rejimiga ortiqcha energiya sarflangani uchun ham, ko`proq yonilg`i talab etiladi.

7. Harakatlanish sharti. Agar avtomobil tez-tez to`xtab harakatlansa, to`liq to`xtash uchun, joyidan qo`zg`alish va shig`ov bilan yurish uchun sarflanadigan energiya miqdori ko`payib, ortiqcha yonilg`i ishlatiladi.

8. Haydovchining malakasi. Bir xil sharoitlarda avtomobillarni boshqarayotgan haydovchilarning malakasi orasidagi farq mavjud bo`lsa, bu ham 20% gacha yonilg`i sarfini oshiradi.

**9. Yonilg`i va moylarning navi.** Agar oktan soni kichik benzinlar ishlatilsa 15...20%, sifatsiz moylar ishlatilsa 8% gacha yonilg`i sarfi oshadi, chunki tsilindirlar ichida qurum hosil bo`lib, ishqalanish oshadi.

10. Shinalarning turi. Radial shinalarga qaraganda diogonal shinalarning g`ildirashga qarshiligi yuqori bo`lgani uchun, ular 2...7% ko`proq yonilg`i sarflaydi.



11-§. Harakat xavfsizligi

11.1. Harakat xavfsizligiga ta'sir etuvchi asosiy faktorlar

Avtomobil konstruktsiyasining yaxshilanishi, uning o'rta va maksimal tezliklarining oshishi, yo'l harakatidagi intensivlik hamda avtomobillar sonining oshishi harakat xavfsizligiga katta e'tibor berishni talab qiladi.

Harakat xavfsizligiga rioya qilmaslik yo'l-transport hodisalariga sabab bo'ladi. Yo'l-transport hodisalariga quyidagilar kiradi: transport vositalarining bir-birlari bilan to'qnashishi; ag'darilishi; to'siqlar va yo'lovchilar bilan to'qnashishi.

Transport vositalarining to'qnashishi deb, bir avtomobilning harakatdagi yoki vaqtincha to'xtagan boshqa transport vositasi bilan to'qnashishiga aytiladi.

Transport vositalarining ag'darilishi deb, transport vositasining o'z turg'unligini yo'qotib yoki ikki avtomobilning to'qnashishi natijasida ag'darilishiga aytiladi.

Transport vositalarining to'siqlar bilan to'qnashishi deb, transportning qo'zg'almas jism (ko'prik ustuni, simyog'och, daraxt va h.k.) yoki to'xtab turgan avtomobil bilan to'qnashishiga aytiladi.

Transportning yo'lovchilar bilan to'qnashishi deb, transportning yo'lovchini urib ketishi yoki yo'lovchining harakatdagi mashinaga urilishiga aytiladi.

Yuqoridagi yo'l-transport hodisalarining sodir bo'lish sabablari quyidagi guruhlariga bo'linadi:

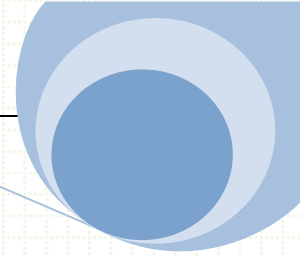
- a) haydovchilar tomonidan harakat qoidalarining buzilishi;
- b) haydovchilar malakasining pastligi;
- v) transport vositasining texnik nosozligi, yukning noto'g'ri joylashishi va h.k.;
- g) harakatda qatnashuvchi boshqa ishtirokchilarning (velosipedchilar, yo'lovchilar va h.k.) yo'l qoidalarini buzishi;
- d) yo'l sharoitining yomonligi va harakatni tashkil etishdagi kamchiliklar.

11.2. Harakat xavfsizligining turlari

Harakat xavfsizligi deb, avtomobilning haydovchi ishtirokida yuk va passajirlarni yo'l-transport hodisalarisiz tashishiga aytiladi. Harakat xavfsizligi aktiv va passiv bo'lishi mumkin.

Aktiv xavfsizlik –harakatdagi avtomobil avariyasining oldini olish uchun xizmat qiladi. U quyidagi usullar bilan amalga oshiriladi:

- a) effektiv tormozlanish;



- b) maksimal tezlik bilan harakatlanish davrida yo`ldan toymaslik;
- v) avtomobilning burilish davridagi turg'unligi;
- g) ishonchli ogohlantiruvchi, tovush va yorug'lik signallari;
- d) haydovchi o'tirgan joydan yo`lning to`la ko`rinishi;
- e) uzoq yo`l yurilganda charchamaslik uchun tadbirlar ko`rish.

Passiv xavfsizlik –sodir bo`lgan avariya natijalarini yumshatish uchun zarur. U avtomobil konstruksiyasini yaxshilovchi tadbirlar yordamida amalga oshiriladi. Ular quyidagilar: xavfsiz rul kolonkasi; kuzovning chiqib turuvchi o'tkir qismlarini kamaytirish; avariya vaqtida xavfsiz deformatsiyalanuvchi benzin balki va h.k..

Demak, aktiv xavfsizlik asosan avtomobilning ekspluatatsion xususiyatlariga, passiv xavfsizlik esa avtomobil konstruksiyasiga bog`liq.

Yo`l-transport hodisalarini tahlil qilish shuni ko`rsatadiki, avtomobilni avariya olib keluvchi asosiy sabablardan biri tormozlash sistemasining noto`g`ri ishlashidir. Agar tormoz effektiv ishlamasa, tormoz yo`li uzayib ketib avtomobilning to`siq yoki odamni urib ketish xavfi ortadi. Agar tormoz barabani va kolodkasi jipslashib qolsa, avtomobil turg'unligini yo`qotadi, bu esa o`z navbatida avariya sabab bo`lishi mumkin.

11.3. Avtomobil harakat xavfsizligining ekspluatatsion xususiyatlarga bog`liqligi

Harakat xavfsizligi avtomobilning turg'unligi, boshqariluvchanligi, kichik maydonda aylana olishi kabi ekspluatatsion xususiyatlariga bog`liq. Ma`lumki, boshqariluvchi g`ildiraklar yo`ldagi tasodifiy turtkilar ta`sirida, hatto to`g`ri chiziqli harakat davrida ham neytral holatini yo`qotadi. Boshqariluvchi g`ildiraklari barqaror bo`lmagan avtomobil turg'un harakat qila olmaydi. U o`z yo`nalishini o`zgartiraveradi va haydovchi to`xtovsiz rul chambaragini burashga majbur bo`ladi. Agar g`ildiraklar barqaror bo`lmasa, haydovchining ishi qiyinlashadi, avtomobilning yonga surilish xavfi tug`iladi, bu esa o`z navbatida uning turg'unligini yomonlashtiradi, shinasining va rul mexanizmi detallarining yeyilishini oshiradi. Boshqariluvchi g`ildiraklarning barqarorligi avtomobilni burish davrida ham zarur. Burilish tugashi bilan g`ildiraklarning boshlang`ich vaziyatga qaytishi haydovchi ishini yengillashtiradi va avtomobilning to`siq bilan uchrashish ehtimolligi kamayadi. Boshqariluvchanlikning yaxshi bo`lishi g`ildiraklarning muvozanatlanganligiga ham ko`p jihatdan bog`liq. Agar avtomobil katta tezlik bilan harakatlanayotgan bo`lsa, g`ildirak lapanglab aylanadi va avtomobilni boshqarish qiyinlashadi.

Yo`l-transport hodisalarining 15 % ga yaqini avtomobilning ag`darilishi bilan bog`liq. Rul chambaragini tez burish, kuzovda yukning noto`g`ri joylashishi,

g'ildiraklarning sirpanchiq joyga tushub qolishi va h.k. avtomobil ag'darilishiga sabab bo'ladi.

G'ildirakning yo'l bilan tishlashish kuchining kamayishi avtomobilning yonga surilishiga sabab bo'ladi. Ayniqsa, orqa g'ildiraklarning yonga surilish xavfli. Bu vaqtda avtomobilni tormozlash yoki tezligini oshirish mumkin emas, chunki yonga surilishi ortib, ag'darilishi mumkin.

11.4. Ekspluatatsiyada uchraydigan faktorlarning avtomobil harakat xavfsizligiga ta'siri

Ekspluatatsiyada uchraydigan ko'pgina faktorlar avtomobil harakat xavfsizligiga uning u yoki bu ekspluatatsion xususiyatlari orqali ta'sir etadi. Avvalo, haydovchi transport harakati vaqtida unga ta'sir etuvchi kuchlarni ularning burilish va tormozlash paytida qiymat hamda yo'nalishi o'zgarishini bilish kerak. Agar bu kuchlar hisobga olinmasa va burilish katta tezlik bilan bajarilsa, avtomobil yonga ag'darilishi mumkin.

Avtomobil og'irlik markazining baland bo'lishi harakat xavfsizligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Agar yuk avtomobiliga katta o'lchamli yuk ortilsa, avtomobil og'irlik markazining balandligi kattalashadi, bu esa avtomobilni yonga ag'darilish havfini oshiradi.

Avtomobil g'ildiraklarining yo'l bilan tishlashish ko'effitsienti ham harakat xavfsizligiga ta'sir etadi. Tishlashish ko'effitsientining qiymati, shina protektorining qanchalik yeyilganligiga bog'liq. Agar protektor ortiqcha yeyilgan bo'lsa (ayniqsa, ho'l yo'lda), tishlashish ko'effitsienti kamayadi va avtomobil yonga sirpanib uning turg'unligi yo'qoladi. Avtomobilning turg'unmas harakati yo'ldagi transportning harakat xavfsizligini buzadi.

Avtomobil tormozlash sistemasining texnikaviy holati xavfsizligini ta'minlovchi asosiy faktor hisoblanadi. Yo'lga chiqishdan avval haydovchi har bir g'ildirakning bir xilda sozlanganligini, tormoz sistemasining aniq ishlashini tekshirishi zarur. G'ildiraklarda tormozlash mexanizmining bir xilda sozlanmaganligi poydo bo'lgan tormozlash kuchlarining har xilligiga olib keladi. Bunda avtomobil tormozlansa yonga sirpanib, turg'unligini yo'qotadi. Ba'zan pnevmatik yoki gidravlik yuritmalı tormoz sistemasida shlangning noto'g'ri o'rnatilishi to'satdan uzilishiga sabab bo'ladi. Natijada tormoz ishlamaydi va harakat xavfsizligi buziladi.

Boshqariluvchi g'ildiraklarning barqarorligi shkvorenning ko'ndalang va bo'ylama og'ish burchaklariga, g'ildirakning yonaki og'ish burchagiga, g'ildiraklarning yaqinlashuviga bog'liq. Haydovchi avtomobil g'ildiraklarining noto'g'ri joylashishini sistematik ravishda sozlash bilan yaxshi holatda saqlashi zarur.



Bu esa harakat xavfsizligini ta'minlovchi asosiy faktorlardan hisoblanadi. Bundan tashqari avtomobil (ayniqsa, yengil avtomobil) g'ildiraklarining muvozanatlanganligi uning boshqariluvchanligiga, demak harakat xavfsizligiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Haydovchining psixologik va fiziologik holati ham harakat xavfsizligiga ta'sir etishi mumkin. Avtomobilni yaxshi boshqarish uchun haydovchining ko'rish qobiliyati o'tkir bo'lishi, ranglarni ajrata olishi, yo'l sharoiti o'zgarganda ham ziyraklikni saqlashi lozim.



12-§. Avtopoyezdlar

12.1. Avtopoyezdlar to'g'risida tushuncha

Tortuvchi avtomobil (tayagich) va unga ulangan bir nechta (bir yoki ikki o'qli) tirkama (yarim tirkama, rospusk)dan iborat transport vositasi avtopoyezd deb ataladi. Xalq xo'jaligining tez sur'atlarda rivojlanishi ko'plab avtomobil transport ishlab chiqarishni talab qiladi. Tadqiqotchilarning ko'rsatishicha, bu masalani faqat avtomobillar sonini oshirib emas, balki uning yuk ko'tarish qobiliyatini oshirish bilan ham yechish zarur.

Nazariy jihatdan avtopoyezdning umumiy og'irligi cheklanmagan katta bo'lishi mumkin, lekin uning gabariti, yo'lga bosimi tavsiya etilgan normadan chetga chiqmasligi zarur. Hozirgi paytda 250 ... 300 t va undan ortiq yuk ko'tarish qobiliyatiga ega bo'lgan og'ir avtopoyezdlar mavjud. Avtopoyezd texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarining avtomobilga nisbatan 1,5 ... 2,0 marta yuqori bo'lishi uning afzalliklaridan biridir. Xalq xo'jaligida yuklarni (qurilish konstruksiyalari, trubalar, yog'och va h.k.) avtopoyezdlarsiz tashish ancha og'ir.

Avtopoyezdlar quyidagi afzalliklarga ega:

- 1) avtopoyezdning narxi shu og'irlikdagi avtomobil narxidan ancha kam;
- 2) avtopoyezdning tuzilishi oddiy, unga texnik xizmat ko'rsatish va uni ekspluatatsiya qilish uchun kam mablag' sarflanadi (masalan, 1 t yukni 1 km masofaga tashish uchun avtopoyezdlarda avtomobildagiga nisbatan 20-30 % kam yonilg'i sarflanadi);
- 3) avtopoyezd kuzovining foydali ish yuzasidan avtomobilnikidan 1,4 ... 1,5 marta ko'p;
- 4) avtopoyezdlar ko'p turli yuklarni tashishga moslashgan;
- 5) avtopoyezdlar uchun garaj qurishga kapital harajat, chunki tirkamalarni saqlash uchun maxsus joy zarur emas.

Avtopoyezd vazifasiga qarab quyidagilarga bo'linadi:

Universal-har xil yuklarni tashishga mo'ljallangan platforma yoki furgonlar;

Ixtisoslashtirilgan –bir turdagi yukni tashishga mo'ljallangan (samosval, panel tashuvchi, uzun yuklarni tashuvchi, refrijerator va boshqalar);

Maxsus –avtopoyezd ustiga o'rnatilgan uskuna bo'lishi mumkin (ko'chma elektrostansiya, kompressor moslamasi, remont ustaxonasi).

Tortuvchi kuchlarning g'ildiraklarga taqsimlanishga qarab:

- a) yuk mustaqil bo'linadigan avtopoyezdlar (tirkamali avtopoyezdlar);
- b) yuk nomustaqil bo'linadigan avtopoyezdlar (egarlik avtopoyezdlar);

v) yuk aralash bo'linadigan avtopoyezdlar (egarlik tyagach, yarim tirkama va ikki o'qli tirkamadan iborat avtopoyezd) bo'ladi.

12.2. Avtopoyezdga ta'sir etuvchi qarshilik kuchlari

Avtopoyezdga ta'sir etuvchi qarshilik kuchlari avtomobildagidan P_{fan} , P_{ian} , P_{oan} , P_{ja} bilan belgilanadi. Quyidagi formulalarni yozishda avtopoyezd umumiy holatda harakat qiladi deb faraz qilinadi. Avtopoyezd tyagach va tirkamadan iboratligi uchun uning harakatiga qarshilik kuchi quyidagicha ifodalanadi:

$$P_{fan} = P_{fa} + P_{fn} = G_a \cdot f \cdot \cos \alpha \left(1 + \frac{G_n}{G_a} \right) \quad (12.1)$$

bu yerda: P_{fa} – tyagach g'ildiraklarining g'ildirashga qarshilik kuchi, N; P_{fn} – tirkama g'ildiraklarining g'ildirashga qarshilik kuchi, N; G_n – tirkamaning umumiy og'irligi, N.

$$\text{Agar } K_n = \frac{G_n}{G_a} \text{ bo'lsa,}$$

$$P_{fan} = G_a \cdot f \cdot \cos \alpha (1 + K_n) \quad (12.2)$$

bu yerda K_n – tyagach (tortuvchi avtomobil) va tirkama og'irliklari o'rtasidagi bog'lanishni ko'rsatuvchi koeffitsient.

Demak, avtopoyezdning g'ildirashga qarshilik kuchi tyagach va tirkama og'irliklari nisbatiga ham bog'liqdir.

Avtopoyezdning balandlikka chiqishga qarshilik kuchi P_{ian} quyidagicha yoziladi:

$$P_{ian} = P_{ia} + P_{in} = G_a \cdot \sin \alpha \left(1 + \frac{G_n}{G_a} \right) = G_a \cdot \sin \alpha (1 + K_n) \quad (12.3)$$

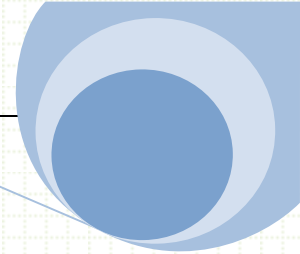
bu yerda: P_{ia} – tyagachning balandlikka chiqishiga qarshilik kuchi, N; P_{in} – tirkamaning balandlikka chiqishga qarshilik kuchi, N.

Avtopoyezdga yo'lning umumiy qarshiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$P_{yan} = P_{fan} + P_{ian} = G_a \cdot f \cdot \cos \alpha (1 + K_n) + G_a \cdot \sin \alpha (1 + K_n) = G_a \cdot \psi (1 + K_n) \quad (12.4)$$

Avtopoyezdga havoning qarshilik kuchi P_{oan} ni tyagach va tirkamaga bo'lgan havo qarshiliklarini oddiy qo'shish bilan aniqlash noto'g'ri. Chunki avtopoyezdning harakatiga havo oqimining qarshiligi murakkabdir. Avtopoyezdga havoning qarshiligini aniqlash uchun quyidagi formula mavjud:

$$P_{oan} = \frac{W_{an} \cdot v_a^2}{13} \quad (12.5)$$



bu yerda: W_{an} – avtopoyezd uchun suyrilik faktori, $\frac{H \cdot c^2}{M^2}$

Avtopoyezdning tezlanishga qarshilik kuchi quyidagicha aniqlanadi:

$$P_{jan} = \frac{G_{an}}{g} \cdot j_{an} \cdot \delta_{an} \quad (12.6)$$

bu yerda: $\delta_{an} = 1 + \sigma_{1an} \cdot i_{kp}^2 + \sigma_{2an}$ G_{an} – avtopoyezdning umumiy og'irligi, N; f_{an} – avtopoyezdning tezlanishi.

Bulardan ko'rinib turibdiki, avtopoyezdning tezlanishga qarshiliklarni aniqlash formulalari avtomobillarnikidan katta farq qilmaydi. Faqat tirkamaning og'irligi ta'sirini hisobga olish zarur.

Avtopoyezdning dinamik pasporti

Avtopoyezdning dinamik xarakteristikasi, og'irliklar nomogrammasi va g'ildiraklarning shataksirashini kontrol qilish grafiklari yig'indisiga uning dinamik pasporti deb ataladi. Avtopoyezd og'irligi quyidagiga teng:

$$G_{an} = G_a + G_n \quad (12.7)$$

Avtopoyezdlar og'irliklar nomogrammasini va g'ildiraklarning shataksirashini kontrol qilish grafisini qurish uchun quyidagi formulalar ishlatiladi:

$$D_{0an} = D_{an} \cdot \frac{G_{an}}{G_{0an}}; \quad D_{\varphi an} = \varphi \cdot \frac{G_{2an}}{G_{an}} \quad D_{\varphi 0an} = \varphi \cdot \frac{G_{02an}}{G_{0an}}; \quad m_{D_{0an}} = m_{D_{an}} \cdot \frac{G_{an}}{G_{0an}} \quad (12.8)$$

bu yerda: D_{0an} , D_{an} – yuksiz va yukli avtopoyezdning dinamik faktori; G_{0an} – avtopoyezdning o'z og'irligi, N; G_{02an} , G_{2an} – yuksiz va yukli avtopoyezdning orqa yetakchi g'ildiraklariga to'g'ri kelgan og'irliklar, N; $D_{\varphi 0an}$, $D_{\varphi an}$ – yuksiz va yukli avtopoyezdning tishlashish bo'yicha dinamik faktori; $m_{D_{0an}}$, $m_{D_{an}}$ – masshtablar.

Avtopoyezdning dinamik pasportidan (12.1-rasm) foydalanib yechiladigan masalalar oddiy avtomobildagiga o'xshashdir.

12.3. Avtopoyezdning tormozlanish dinamikasi

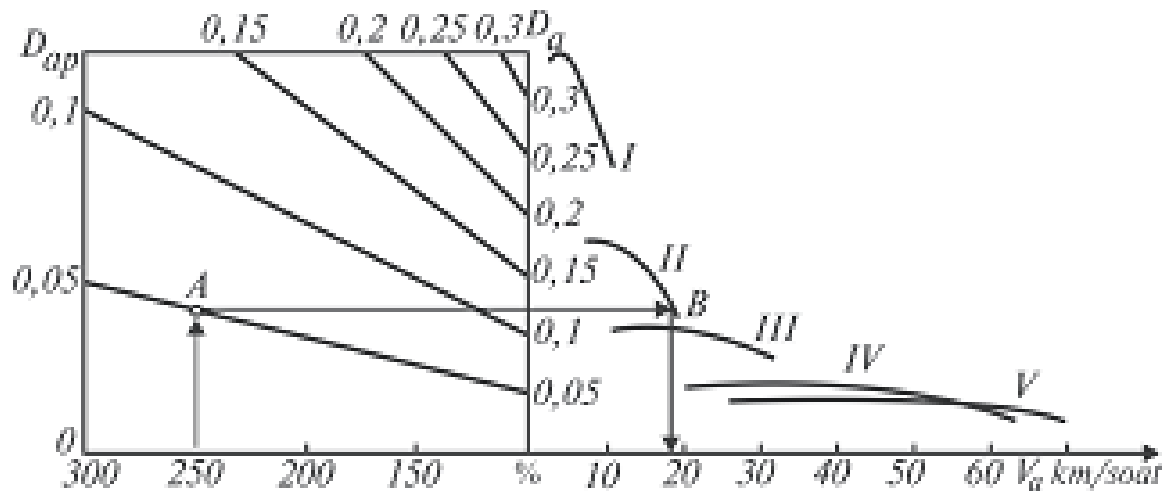
Avtopoyezd tarkibidagi tirkama (rospusk) tormozlash mexanizmi bilan jixozlanmagan bo'lishi ham mumkin. Avtopoyezdni tormozlashning ikki usuli bor:

1) avtopoyezd faqat tortuvchi avtomobil (tyagach) g'ildiragida mavjud tormozlash mexanizmi yordamida to'xtatiladi;

2) avtopoyezdning hamma g'ildiraklarida tormozlash mexanizmi mavjud. Avtopoyezd shu tormozlar yordamida to'xtatiladi.

Avtopoyezdni tormozlashning birinchi usuli ayrim avtomobilni tormozlashdan farq qilmaydi, faqat tortuvchi avtomobilga ulangan tirkamaning inertsiasini hisobiga

olinishi va tormozlash mexanizmda hosil bo'ladigan tormozlash kuchining kattaroq bo'lishini ta'minlash zarur.



12.1 -rasm. Avtopoyezdning dinamik pasporti.

Avtopoyezdni tormozlashning ikkinchi usuli quyidagi variantlardan iborat bo'lishi mumkin:

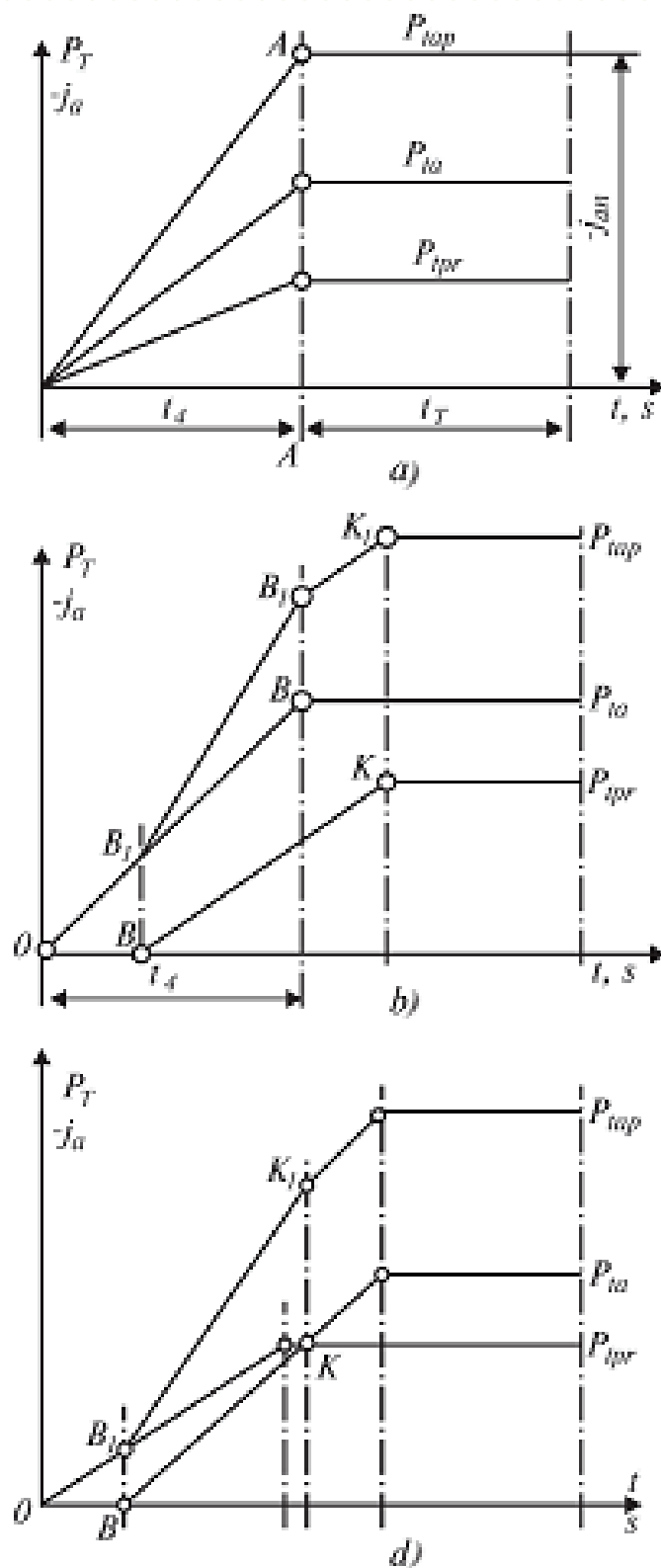
- tortuvchi avtomobil va tirkama (yarim tirkama, rospusk), g'ildiraklari bir vaqtda tormozlanadi;
- avval tortuvchi avtomobil, keyin esa tirkama (yarim tirkama, rospusk) g'ildiraklari tormozlanadi;
- avval tirkama (yarim tirkama, rospusk) keyin esa tortuvchi avtomobil g'ildiraklari tormozlanadi.

Ikkinchi usulda tormozlashni tushuntirish uchun YA.X.Zakin tavsiya etgan tormozlashning ustma-ust tushirilgan diagrammasi juda qo'l keladi. Bu diagramma avtopoyezdni tashkil etuvchi hamma elementlarining tormozlanish grafiklarini umumiy koordinatalarda ustma-ust joylashtirib hosil qilinadi. Tormozlashning ana shu chala variantini ko'rib chiqaylik.

Birinchi variantda (12.2-rasm, a) tortuvchi avtomobil va tirkamada tormozlash kuchining maksimal qiymatiga bir vaqtda (A-A) erishib, umumiy qiymati P_{Tan} bo'ladi. Bu usulning afzalligi shundaki, tormozlash davrida avtopoyezd o'z turg'unligini saqlaydi.

Ikkinchi variantda (12.2-rasm, b) tormozlash kuchi avvalo tortuvchi avtomobilda, keyin esa tirkamada maksimal qiymatga erishadi, umumiy qiymati P_{Tan} grafik usulda qo'shish bilan aniqlanadi. Bu usul bilan tormozlashda tirkama tormozlanayotgan avtomobilni o'z massasi bilan turtadi. Shunda avtopoyezd buklanishi mumkin, bu esa avtopoyezdning turg'unligini yomonlashtiradi.

Uchinchi variant bo'yicha tormozlashda (12.2-rasm, v) tirkamaning tormozlanishi ilgariroq boshlanishi uchun avtopoyezd tarang cho'zilib harakat qiladi, bu holat uning harakatdagi turg'unligini yaxshilaydi.



12.2-rasm. Tyagach va tirkamadan iborat avtopoyezdning tormozlanishi diagrammasi variantlari.



12.4. Avtopoyezdning yonilg`i tejamkorligi

Avtomobilning avtopoyezd sostavida ishlashi uning yo`l birligiga sarflangan yonilg`i miqdorini birmuncha oshiradi. Lekin tirkamalarning ishlatilishi va dvigatel quvvatidan to`laroq foydalanish hisobiga yonilg`ining solishtirma sarfi kamayadi, transport ishini bajarishga sarflangan yonilg`i miqdori ancha kamayib, yuk tashish tannarxi arzonlashadi.

Ma`lumki, avtotransportda yonilg`ini tejashning asosiy yo`llaridan biri yonilg`i sarflashni normalashdir. Ayrim avtomobillar uchun yonilg`i sarflashning chiziqli va solishtirma normalari aniq bo`lishiga qaramasdan avtopoyezd uchun esa bu masala aniq emas va uni ilmiy asosda yechish zarur.

Avtopoyezdning 100 km yo`liga sarflanadigan benzin miqdori ayrim avtomobil normasidan tirkama og`irligining har tonnasi hisobiga 2,5 litr, dizel yonilg`isi esa 1,5 litrga ortiq. Transport ishini bajarish uchun sarflangan yonilg`i miqdori ayrim avtomobil uchun qanday bo`lsa, pritset uchun ham shunday qoladi.

Avtopoyezdlarning yonilg`i tejamkorligiga uning konstruktsiyasini yaxshilash katta ta`sir ko`rsatadi. Bu boradi avtopoyezdning havo qarshiligini yengish qobiliyatini yaxshilash samarali bo`ladi. Tadqiqotlardan ma`lumki, 4x2 tipdagi tyagach va o`qli yarim tirkamadan iborat, 33 tonnali avtopoyezd tsement-beton yo`ldan 70 km/soat tezlikda tekis harakatlanayotganda yonilg`ining 20 % i havo qarshiligini yengishga sarf bo`ladi. Aerodinamik maslamalarning ishlatilishi yuqoridagi avtomobil uchun 50 ... 90 km/soat tezliklar diapozonida yonilg`i sarfini 11 ... 17 % ga kamaytirishi mumkin.



Kurs ishi

AVTOMOBILLARNING KUCH HISOBI

Avtomobillarning kuch hisobini loyihalash avtomobilni loyihalash bosqichlaridan biridir.

Avtomobilning kuch hisobini hisoblashdan maqsad –avtomobil dvigateli va transmissiyasining asosiy xarakteristikalarini tanlash, transport vositalarining tortish tezlik xususiyatlarini loyihalash vazifalariga muvofiq ta'minlashdir.

Loyihalash jarayoni quyidagi vazifalarni bajarish bilan hal qilinadi:

- avtomobillarni tortish hisobini bajarish uchun zarur bo'lgan og'irlik va geometrik parametrlarni tanlash;
- dvigatel maksimal quvvati va uning tashqi tezlik xususiyatlarini tanlash;
- transmissiyaning uzatishlar sonini hisoblash (asosiy uzatma, uzatmalar qutisi, taqsimlash qutisi);
- avtomobilning tortish tezlik xususiyatlarini baholash;
- avtomobilning yonilg'i tejamkorik xususiyatlarini baholash.

ASOSIY PARAMETRLARNI TANLASH

Avtomobilning asosiy og'irligi va geometrik parametrlarini tanlash uni loyihalashning birinchi bosqichi hisoblanadi. Ushbu bosqichda avtomobilning texnik xarakteristikasi tahlil qilish asosida avtomobilning og'irligi, geometrik o'lchamlari, kompanovkasi va boshqa parametrlari, dvigatel va transmissiyaning tashqi tezlik xarakteristikasi quriladi. Bu parametrlar avtomobilning to'liq massasi m_a , o'qlar soni va massaning o'qlarga taqsimlanishi, shina o'lchamlari, transmissiyaning foydali ish koeffitsienti η_r , suyrilik koeffitsienti k_b larni o'z ichiga oladi.

Avtomobilning to'la massasi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

-engil avtomobillar uchun

$$m_a = m_{av} + m_0 \cdot n + m_b \cdot n;$$

-yuk avtomobillari uchun

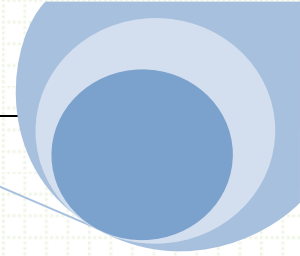
$$m_a = m_{av} + m_{yuk} + m_0 \cdot n + m_b \cdot n;$$

bu erda m_{av} – avtomobilning yuklangan massasi;

m_0 – odam massasi, hisoblashlar uchun o'rtacha 75 kg qabul qilinadi;

n – avtomobil salonidagi o'rinlar soni, haydovchi bilan;

m_b – yuk massasi, engil avtomobil haydovchisi va yo'lovchilari uchun 10 kg, yuk avtomobili haydovchisi va yo'lovchilari uchun 5 kg qabul qilingan.



-avtobuslar uchun

$$m_a = m_{av} + m_0(n_{or} + n_t + 2)$$

bu erda n_{or} – o'tirish uchun mo'ljallangan o'rinlar soni;

n_t – tik turish uchun o'rinlar soni;

2 – haydovchi va konduktor uchun o'rinlar soni.

Prototip sifatida qabul qilingan mahalliy va xorijiy avtomobillarning ayrim modellarining qisqacha texnik xarakteristikalari adabiyotlar ro'yhatida keltirilgan [3]. Shinalarning turlari va o'lchamlari bitta g'ildirakka tushuvchi og'irlikka qarab belgilanadi (kurs ishini bajarayotganda avtomobil texnik xarakteristikasidan shinalarning tipi va geometrik o'lchamlarini olish mumkin).

Hisob –kitoblar uchun yo'lni jami qarshilik koeffitsienti ψ taxminan quyidagi formula bilan aniqlanadi:

-engil avtomobillar uchun:

$$\psi = f_0 + 0,46 \cdot 10^{-6} \cdot v_{\max}^2;$$

-yuk avtomobillari uchun:

$$\psi = f_0 + 0,39 \cdot 10^{-6} \cdot v_{\max}^2;$$

bu erda f_0 – g'ildirashga qarshilik koeffitsienti, engil avtomobillar uchun $f_0 = 0,015$, yuk avtomobillari uchun $f_0 = 0,02$ ga teng; $v_{\max}$ – avtomobilning maksimal tezligi, km/soat.

Suyrilik koeffitsienti $k_b \left(\frac{H \cdot c^2}{M^4} \right)$ avtomobil va kuzov turiga bog'liq bo'lib, engil avtomobillar uchun 0,15-0,35, yuk avtomobillari uchun 0,5-0,7 oralig'ida olinadi.

Avtomobil old yuzi (m^2) quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$F_a = a \cdot B \cdot H$$

bu erda a – maydonni to'ldirish koeffitsienti ($a = 0,78 - 0,8$ – engil avtomobillar uchun, $a = 0,75 - 0,9$ – yuk avtomobillari uchun);

B – avtomobil eni;

H – avtomobil balandligi.

Transmissiyaning foydali ish koeffitsienti η_{tr} kuch uzatmasining konstruksiyasiga bog'liq. Hisob ishlarini bajarish uchun η_{tr} ning qiymati quyidagicha olinadi: g'ildirak formulasi 6x6, 4x4 bo'lgan yuk avtomobillari uchun $\eta_{tr} = 0,80$; g'ildirak formulasi 4x4 va qo'shaloq asosiy uzatmaga ega bo'lgan yuk avtomobillari uchun $\eta_{tr} = 0,82$; g'ildirak formulasi 4x2 va yakka asosiy uzatmaga ega bo'lgan yuk avtomobillari uchun $\eta_{tr} = 0,85$; engil avtomobillar uchun $\eta_{tr} = 0,90 - 0,95$.

AVTOMOBIL TO'LA MASSASINI O'QLARGA TAQSIMLANISHI

Kurs ishi (loyixasi) ni bajarayotganda loyihalanayotgan transport vositasining gabarit o'lchamlari transport vositasining texnik xarakteristikalaridan olinadi.

Avtomobil og'irligi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$G_a = m_a \cdot g$$

bu erda m_a – avtomobil massasi, kg; g – erkin tushish tezlanishi, $\frac{M}{c^2}$;

1.1. Yuk avtomobillari uchun to'la massaning o'qlararo taqsimlanishi, uning qanday yo'llardan yurishiga va yo'lga tushadigan og'irlikning cheklanganlik me'yorini saqlashga bog'liqdir.

a) I – II toifa yo'llarga mo'ljallangan avtomobillarda orqa (etakchi) o'qga tushgan massa, to'la massaning 0,65...0,7 qismini tashkil etadi;

b) I – II toifa yo'llarning hammasida yurishga mo'ljallangan, yuk ko'tara olish qobiliyati 1 t dan ortiq avtomobillar uchun orqa o'qga tushgan massa to'la massaning 0,7 qismini tashkil etadi.

1.2. Engil avtomobillarda to'liq massa o'qlararo quyidagicha taqsimlanadi:

a) dvigatel oldinda joylashgan va orqa ko'prik etaklovchi avtomobillarda, orqa ko'prikkaga 52-55 foiz;

b) dvigatel oldinda va oldingi o'q etaklovchi, orqa ko'prikkaga 43-47 foiz;

v) dvigatel orqada va orqa ko'prik etaklovchi, orqa ko'prikkaga 56-60 foizni tashkil etadi.

1.3. Engil avtomobil agregatlari bazasida ko'rilgan mikroavtobuslarda massaning o'qlarga taqsimlanishi, engil avtomobildagidek.

1.4. Hamma o'qlari etakchi va o'qlarida ikkitadan g'ildirak o'rnatilgan avtomobillarda, to'liq massa o'qlarga taxminan bir-biriga teng etib taqsimlanadi.

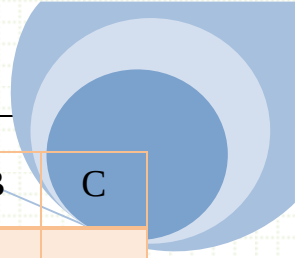
a) ikki o'qli yuqori o'tag'onlikka ega avtomobillarda, orqa o'qga tushgan massa 0,5...0,54 foizni tashkil etadi.

b) uch o'qli avtomobillarda, orqa o'qlarga tushgan massa 0,70...0,72 foizni tashkil etadi.

G'ILDIRAKKA SHINA TANLASH VA G'ILDIRAK RADIUSNI ANIQLASH

Avtomobilga shina o'lchamlarini tanlash texnik xarakteristikadan olinadi. Shinaning tezlik indeksini tanlash uchun transport vositasining maksimal tezligidan qo'shimcha ravishda 10 % ortig'i bilan olinadi.

Avtomobil shinalarining tezlik indeksi quyidagicha belgilanadi (BMTning evropa iqtisodiy komissiyasi qoidasi):



tezlik indeksi	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	B	C
yuqori ruxsat etilgan tezlik, km/soat	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60
tezlik indeksi	D	E	F	G	J	K	L	M	N	P
yuqori ruxsat etilgan tezlik, km/soat	65	70	80	90	100	110	120	130	140	150
tezlik indeksi	Q	R	S	T	U	H	V	W	Y	ZR
yuqori ruxsat etilgan tezlik, km/soat	160	170	180	190	200	210	240	270	300	>240

Shina, eng ko'p yuk to'g'ri kelgan g'ildirakka qarab tanlanadi va quyidagicha aniqlanadi:

$$G_k = \frac{G}{Z}$$

bu erda: G – eng ko'p yuk to'g'ri kelgan g'ildirakka tushgan og'irlik, N;

Z – yuklangan o'qdagi g'ildiraklar soni;

G_k – bitta g'ildirakka tushgan og'irlik, N;

G_k – aniqlangandan so'ng 1-jadval yordamida shina o'lchamlari tanlanadi.

Shinaning yuk ko'tarish indeksi avtomobil to'liq yuklangandagiga nisbatan ortiq bo'ladi, ya'ni avtomobilning harakati davomidagi kuchlarning o'zgarishi shinaga tushadigan og'irlikni 33% ortig'i bilan olinadi. Hisoblangan qiymatlar asosida avtomobil yuk ko'tarish indeksi quyidagi jadval asosida belgilanadi:

Avtomobil shinalarining yuk ko'tarish indeksi quyidagicha belgilanadi (BMTning Evropa iqtisodiy komissiyasi qoidasi):

Yuk indeksi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
yuqori ruxsat etilgan yuk, kg	45	46,2	47,5	48,7	50	51,5	53	54,5	56	58
Yuk indeksi	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
yuqori ruxsat etilgan yuk, kg	600	615	630	650	670	690	710	730	750	775
Yuk indeksi	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
yuqori ruxsat etilgan yuk, kg	800	825	850	875	900	925	950	975	1000	1030

Yuk indeksi	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199
yuqori ruxsat etilgan yuk, kg	10600	10900	11200	11500	11800	12150	12500	12850	13200	13600

G'ildirash radiusi quyidagicha aniqlanadi:

Avtomobil g'ildirak radiuslar.

Avtomobil g'ildiragining quyidagi radiuslari mavjud:

5) r_o —ozod radius: tashqi kuchlar bilan yuklanmagan, ya'ni avtomobildan echib olingan g'ildirakning xususiy radiusi;

Shinaning ozod radiusi quyidagicha aniqlanadi:

$$r_o = 0,0254 \frac{d}{2} + \frac{B}{1000} \cdot \frac{\Delta}{100},$$

bu erda d — shina obodining diametri, dyum;

B — shina profilining eni, mm;

Δ — shina profiligi mos kelgan balandlikning miqdori, %.

6) r_c —statik radius: normal og'irlik kuchi bilan yuklangan, qo'zg'almas g'ildirak markazidan yo'l sathiga bo'lgan masofa;

Avtomobil g'ildiragining statik radiusi quyidagicha aniqlanadi:

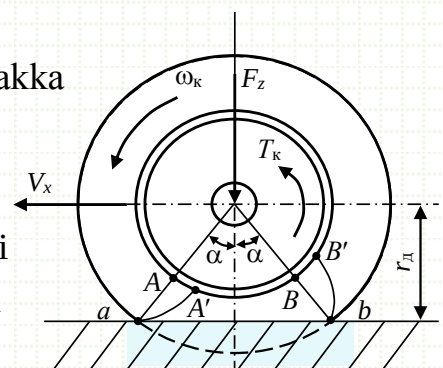
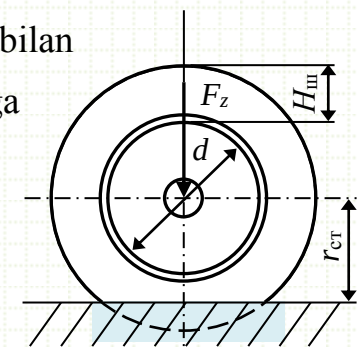
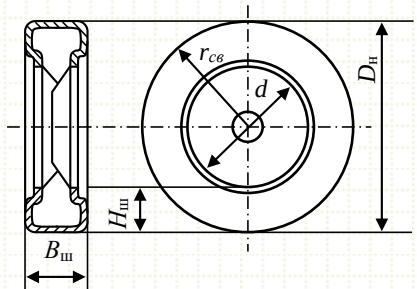
$$r_c = 0,0254 \frac{d}{2} + \frac{B}{1000} \cdot \frac{\Delta}{100} \cdot \lambda_{uu}$$

λ_{uu} — shinaning radial deformatsiya koeffitsienti.

$\lambda_{uu} = 0,80 \div 0,85$ radial shinalar uchun;

$\lambda_{uu} = 0,85 \div 0,90$ diagnol shinalar uchun;

7) r_g —dinamik radius: Dinamik radius r_d g'ildirakka kuch va momentlar ta'sir etayotganda o'lchangan oniy radius bo'lib, amaliy masalalarni echishda bu parametrlardan foydalanish noqulay. Dinamik radiuslarni aniqlash katta eksperimentlarni o'tkazishni talab etadi. Shu



sababli kundalik hisoblashlar uchun g'ildirash radiusi r_k qabul qilingan.

8) r_k – g'ildirashdagi kinematik radius (g'ildirash radiust). G'ildirash radiusi r_k deb, shartli ravishda deformatsiyalanmaydigan va shataksiramaydigan g'ildirak radiusiga aytiladi. Bunday g'ildirakni real avtomobillarga o'rnatilganda uning chiziqli va burchak tezliklari elastik g'ildirakning chiziqli va burchak tezliklariga teng bo'lishi kerak. Yuqoridagi ta'rifga ko'ra $r_k \approx r_d$. Amalda $r_k \approx r_{ct}$ deb qabul qilinsa, katta xato bo'lmaydi.

DVIGATEL XARAKTERISTIKALARINI TANLASH

Dvigatel quvvati (kVt) quyidagi formula bilan topiladi:

$$N_e = \frac{1}{3,6\eta_{tr}} \left(G_a \psi v_{\max} + \frac{k_b F_a v_{\max}^3}{12,96} \right) \cdot 10^{-3},$$

bu erda $G_a = m_a \cdot g$ – avtomobilning to'la og'irligi, N;

ψ – yo'lning jami qarshilik koeffitsienti;

$v_{\max}$ – avtomobilning eng katta harakat tezligi, km/soat;

k_b – suyrilik koeffitsienti, $\frac{H \cdot c^2}{M^4}$;

$F_a = aBH$ – avtomobilning old yuzi (mideli), m^2 .

Dvigatel parametrlari haqida to'liq ma'lumot olish uchun tashqi tezlik xarakteristikasidan foydalaniladi. Tashqi tezlik xarakteristikasi dvigatel quvvati N_e va burovchi moment M_e ning tirsakli val aylanishlar chastotasi n (aylG'min) yoki burchak tezligi ω ga (s^{-1}) bog'liqlik grafigi hisoblanadi.

Dvigatel quvvati N_e ning tirsakli val aylanishlar chastotasi n ga bog'liqligi $N_e = f(n)$ S.R.Leyderman empirik formulasi yordamida quyidagicha hisoblanadi:

$$N_{ei} = N_e \left[a \left(\frac{n_i}{n_N} \right) + b \left(\frac{n_i}{n_N} \right)^2 - c \left(\frac{n_i}{n_N} \right)^3 \right],$$

bu erda n_N – dvigatel maksimal quvvatiga mos keluvchi tirsakli valning naminal naminal aylanishlar chastotasi, aylG'min;

n_i – joriy vaqtdagi tirsakli val aylanishlar chastotasi;

a, b, c – dvigatel turiga bog'liq bo'lgan empirik koeffitsient, quyidagi jadvaldan tanlanadi (1-jadval).

Koeffitsientlar	Dvigatel			
	Karbyuratorli	Dizel		
		To'g'ridan-to'g'ri	Oldi kamerali	Uyurma hosil qiluvchi kamerali
a	1	0,5	0,7	0,6
v	1	1,5	1,3	1,4
s	1	1	1	1

Tashqi tezlik xarakteristikasini hisoblashda tirsakli valning minimal aylanishlar chastotasi $n_{\min}$ ning qiymatlari qabul qilish uchun quyidagilar tavsiya etiladi:

$n_{\min} = 700 - 900$ aylG'min –benzinli dvigatellar uchun;

$n_{\min} = 700 - 900$ aylG'min –dizel dvigatellari uchun.

Dvigatel maksimal quvvatiga mos keluvchi tirsakli val aylanishlar chastotasi n_N 2-jadvaldan tanlanadi.

Dvigatel tirsakli valining nominal aylanishlar chastotasi

Dvigatel turi	n_N , aylG'min
Engil avtomobil dvigatellari	5200-5600
Karbyuratorli kichik yuk ko'taruvchanlikka ega yuk avtomobillari dvigatellari	4000-4500
Karbyuratorli o'rta yuk ko'taruvchanlikka ega yuk avtomobillari dvigatellari	3200-3600
Dizel dvigatelli yuk avtomobil dvigatellari	2200-2600

Dvigatel burovchi momenti bilan tirsakli val aylanishlar chastotasining bog'liqlik $M_e = f(n)$ grafigi qurishda quyidagi formuladan topiladi:

$$M_{ei} = 9,554 \cdot 10^3 \cdot \frac{N_{ei}}{n_i}$$

Avigatel quvvatining tirsakli val aylanishlar chastotasiga bog'liqlik $N_e = f(n)$ grafigi qiymatlari karbyuratorli va dizel dvigatellari uchun (1.7) formula yordamida hisoblanadi va grafigi quriladi. Burovchi moment bilan tirsakli val aylanishlar chastotasining bog'liqligi $M_e = f(n)$ grafigi karbyuratorli va dizel dvigatellari uchun (1.8) formula yordamida hisoblangan ma'lumotlar asosida quriladi.



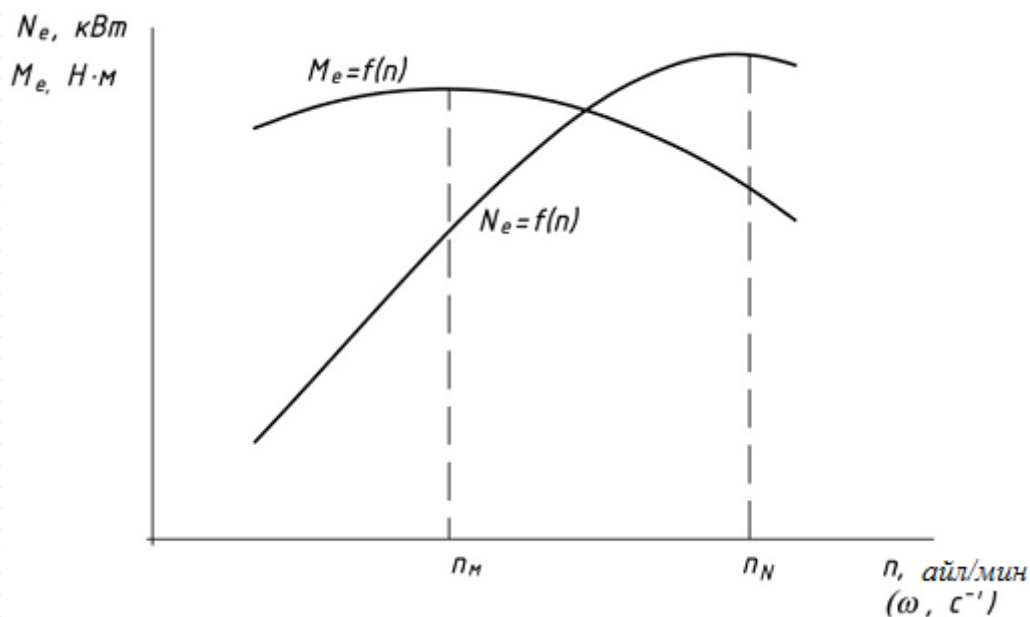
Hisob natijalari 3-jadvalga umumlashtiriladi, bu erda $\omega = \frac{\pi n}{30}$ tirsakli valning burchak tezligi. Grafikni yuqori aniqlikda olish uchun hisoblashlar soni 10 tadan kam bo'lmashligi kerak.

3-jadval

Dvigatelning tashqi tezlik xarakteristikasi hisobi natijalari

n_i ning joriy qiymatlari, aylG'min	$n_{\min}$	...	...	...	...	...	...	n_N	$n_{\max}$
ω_i ning joriy qiymatlari, s ⁻¹									
N_i , kVt									
M_i , Nm									

3-jadval ma'lumotlari asosida $N_e = f(n)$ va $M_e = f(n)$ (yoki $N_e = f(\omega)$ va $M_e = f(\omega)$) grafiklari quriladi, bundan maksimal quvvatga mos keladigan aylanishlar soni aniqlanadi, hamda maksimal burovchi momentga mos keluvchi tirsakli val aylanishlar soni (yoki tirsakli valning burchak tezligi) ni aniqlash mumkin.



1-rasm. Dvigatelning tashqi tezlik xarakteristikasi

Transmissiya hisoblashlarini bajarishning keyingi bosqichlari uchun maksimal burovchi moment $M_{\max}$ tanlanadi.

AVTOMOBIL KUCH UZATMASI PARAMETRLARINI TANLASH

Avtomobil kuch uzatmasi parametrlarini aniqlash jarayonida asosiy uzatmaning uzatishlar soni i_0 , uzatmalar qutisining uzatishlar soni (agar mavjud bo'lsa taqsimlash qutisining uzatishlar soni) hisoblab chiqiladi.

Avtomobil maksimal tezligini ta'minlaydigan asosiy uzatmaning uzatishlar soni i_0 quyidagi formula bilan topiladi:

$$i_0 = 0,377 \cdot \frac{n_{\max} \cdot r_k}{i_{ou} \cdot v_{\max}}$$

bu erda i_{ou} – uzatmalar qutisi oxirgi uzatmasining uzatishlar soni.

Kichik va o'rta yuk ko'taruvchanlikka ega bo'lgan karbyuratorli dvigatel bilan jixozlangan yuk avtomobillari uchun oxirgi uzatmaning uzatishlar soni $i_{ou} = 1$, dizel dvigatelli yuk avtomobillari uchun esa $i_{ou} = 0,7 - 0,88$ ga teng deb olinadi. Engil avtomobillar uchun agar to'rt pog'onali uzatmalar qutisi bilan jihozlangan bo'lsa oxirgi uzatmaning uzatishlar soni $i_{ou} = 1$, agar besh pog'onali uzatmalar qutisi bilan jihozlangan bo'lsa $i_{ou} = 0,8 - 0,88$ ga teng deb olinadi.

Besh pog'onali uzatmalar qutisi bilan jihozlangan engil avtomobillarda, maksimal tezlikni ta'minlovchi to'rtinchi pog'onasida uzatishlar soni 1 ga teng. (1.9) formuladan asosiy uzatmaning uzatishlar sonini aniqlashda oxirgi uzatmaning uzatishlar sonini $i_{ou} = 1$ ga teng deb olish mumkin.

Zamonaviy engil avtomobillarning asosiy uzatmasining uzatishlar soni 3,3-5,1; bitta asosiy uzatmali yuk avtomobillari uchun 5-7; ikkita asosiy uzatmali yuk avtomobillari uchun 6,5-9,0 oralig'ida qabul qilinadi.

Uzatmalar qutisi birinchi uzatmasining uzatishlar soni quyidagi shartlar asosida tanlanadi:

1. Avtomobilning maksimal yo'l qarshiligi bo'yicha uzatishlar sonini aniqlash:

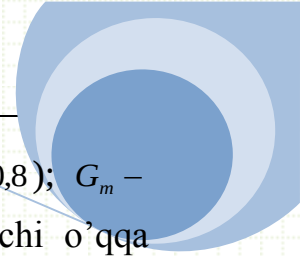
$$i_1 = \frac{G_a \cdot \psi_{\max} \cdot r_k}{M_{e\max} \cdot \eta_{tr} \cdot i_0}$$

bu erda $\psi_{\max}$ – yo'lning maksimal umumiy qarshilik koeffitsienti (hisoblashlarda

$\psi_{\max} = 0,35 - 0,4$ engil avtomobillar uchun, $\psi_{\max} = 0,35 - 0,5$ yuk avtomobillari uchun qabul qilinadi); G_a – avtomobilning to'la og'irligi.

2. Avtomobilning to'la massasi taqsimlanishi bo'yicha uzatishlar sonini aniqlash:

$$i_1 = \frac{G_m \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{e\max} \cdot \eta_{tr} \cdot i_0}$$



bu erda φ – ilashish koeffitsienti (quruq asfaltlarga yo'l uchun $\varphi = 0,7-0,8$); G_m – avtomobil o'qqa tushgan og'irligi, avtomobil massasining etakchi o'qqa tushgan og'irligiga teng.

Avtomobilning o'qqa tushgan og'irligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$G_m = k_m \cdot G_a$$

bu erda k_m – avtomobilning o'qqa tushgan og'irligi koeffitsienti.

Yuk avtomobillari uchun o'qqa turgan og'irlik koeffitsienti $k_m = 0,67-0,75$, zamonaviy kompanovkali engil avtomobillar uchun (dvigatel oldinda joylashgan va oldingi o'q etakchi) $k_m = 0,53-0,57$, klassik kompanovkali avtomobillar uchun (dvigatel oldinda joylashgan orqa o'q etakchi) $k_m = 0,55-0,55$, yuqori o'tag'onlikka ega bo'lgan avtomobillar uchun $G_m = G_a$ qiymatlar qabul qilingan.

3. O'rnatilgan yo'l o'aroitlarida minimal barqaror tezlikni $v_{\min}$ ta'minlash sharti bo'yicha uzatishlar sonini aniqlash:

$$i_1 = 0,377 \cdot \frac{n_{\min} \cdot r_k}{i_{ou} \cdot v_{mi}}$$

bu erda $v_{\min} = 4-5$ km/soat – o'rtacha o'tag'onlikka ega avtomobillar uchun;

$v_{\min} = 3-4$ km/soat – yuqori o'tag'onlikka ega avtomobillar uchun.

Loyihalnayotgan topshiriqda uzatishlar soni hisoblangan qiymatlardan oshishi kerak.

Engil avtomobillar uzatmalar qutisi birinchi uzatmasining uzatishlar soni odatda $i_1 = 3,4-4,4$, yuk avtomobillarida $i_1 = 6,0-8,5$ oralig'ida hisoblanadi.

Uzatmalar qutisi oraliq uzatmalarining uzatishlar soni geometrik progressiya yoki gormonik qator usullari yordamida aniqlanadi. Geometrik progressiya usuli yordamida uzatmalar qutisi oraliq pog'onalarining uzatishlar soni quyidagi formula yordami aniqlanadi:

$$i_m = \sqrt[n-1]{i_1^{(n-m)} \cdot i_{ou}^{(m-1)}}$$

bu erda m – aniqlanayotgan pog'onaning tartib raqami;

n – uzatmalar qutisining pog'onalar soni, orqaga yurish pog'onasi hisobga olinmagan holdi.

Uzatmalar qutisi oraliq pog'onalarining uzatishlar sonini aniqlash jarayonida uzatishlar orasidagi farq past pog'onadan yuqori pog'onaga qarab 5-15 % dan ortadi, yuqori pog'onadan past pog'onaga qarab 5-15 % dan kamayadi.

Uzatmalar qutisi uzatishlar sonini aniqlaganda quyidagi ko'rsatmalarga amal qilish zarur:

$$\frac{i_1}{i_2} \geq \frac{i_2}{i_3} \geq \frac{i_3}{i_4} \geq \frac{i_4}{i_5}$$

Uzatmalar qutisi uzatishlar sonini hisoblash yakunida talab qilingan oraliqni hisobga olish zarur, ya'ni uzatmalar qutisi birinchi pog'onasi uzatishlar sonining oxirgi pog'onasi uzatishlar soniga nisbati $D = \frac{i_1}{i_{ou}}$. Zamonaviy engil avtomobillarda

$D = 3,5 - 4,5$. Kichik va o'rta yuk ko'tarish qobiliyatiga ega bo'lgan avtomobillarda $D = 6,5 - 8,5$, ya'ni uzatmalar qutisining pog'onalari soni 4 yoki 5 pog'onali bo'lganda. Zamonaviy yuk avtomobillarida (uzatmalar qutisining pog'onalari soni 20 tagacha bo'lgan) $D = 25$ bo'lishi mumkin, bu avtomobillardan turli xil yo'l sharoitlaridan samarali foydalanish imkonini beradi.

AVTOMOBILNING TORTISH-TEZLIK XUSUSIYATLARINI BAHOLASH

Avtomobilning tortish-tezlik xususiyatlarini tahlil qilish dvigatel va transmissiya parametrlarini tanlashning to'g'riligini baholash uchun amalga oshiriladi. Buning uchun kuch va quvvatlar balansi usuli, dinamik xarakteristika usuli, tezlik grafigi, tezlanish vaqti va yo'li usullaridan foydalaniladi.

Kuchlar muvozanati usuli tahlili transport vositasining oldinga harakatlantiruvchi va harakatga qarshilik qiluvchi kuchni ta'minlaydigan kuchlar tahlili asosida amalga oshiriladi.

Kuchlar balansi tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$P_T = P_f + P_h + P_w + P_j$$

bu erda P_T – tortish kuchi, N;

P_f – g'ildirashga qarshilik kuchi, N;

P_h – balandlikka chiqishga qarshilik kuchi, N;

P_w – havoning qarshilik kuchi, N;

P_j – tezlanish olishga qarshilik kuchi, N.

Tortish kuchi uzatmalar qutisi har bir pog'onasi uzatishlar soni bo'yicha quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$P_T = \frac{M_e \cdot i_{au} \cdot i_{uq} \cdot \eta_{tr}}{r_k}$$

bu erda M_e – dvigatel tirsakli valining burovchi momenti, $H \cdot m$;

i_{au} – asosiy uzatmaning uzatishlar soni;

i_{uq} – uzatmalar qutisi pag'onalarining uzatishlar soni (har bir pog'ona uchun alohida-alohida hisoblanadi);

η_{tr} – transmissiyaning foydali ish koeffitsienti;

r_k – g'ildirash radiusi.

Avtomobilning har bir uzatmadagi tezligi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$v_i = 0,377 \cdot \frac{n_i \cdot r_k}{i_{au} \cdot i_{uq}}$$

Har bir uzatmadagi hisoblash natijalari 4 va 5 jadvalga kiritiladi.

4-jadval

Har bir uzatma uchun tortish –tezlik xususiyatlarini baholash

n_i ning joriy qiymatlari, aylG'min	n_{min}	...	...	...	...	...	...	n_N	n_{max}
v_i , km/soat									
P_T , N									
N_T , kVt									
P_w , N									
D_a									
j_a , mG's ²									

5-jadval

Quvvat balansi va harakatga qarshilik qiluvchi kuchlar hisobi natijalari

n_i ning joriy qiymatlari, aylG'min	n_{min}	...	...	...	...	...	...	n_N	n_{max}
v_i , km/soat									
P_f , N									
P_h , N									
P_w , N									
P_{Σ} , N									
N_f , kVt									
N_h , kVt									
N_w , kVt									
N_{Σ} , kVt									

Hisoblash natijalari bo'yicha $P_T = f(v)$ bog'liqlik grafigi quriladi (3-rasm).



Avtomobilning bir me'yordagi harakati davomida kuchlar xarakteristikasi harakatga jami qarshilik kuchi bilan bog'liq hisoblanadi (avtomobilning tezlanishga qarshilik kuchi $P_j = 0$).

G'ildirashga qarshilik kuchi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$P_f = m_a \cdot g \cdot f_v \cdot \cos \alpha$$

bu erda α – avtomobilning balandlikka chiqishdagi yo'lining qiyalik burchagi.

Avtomobil to'g'ri yo'lda harakatlanganda ushbu ifoda $P_f = m_a \cdot g \cdot f_v$ ga teng deb olinadi. f_v – g'ildirashga qarshilik koeffitsienti

Avtomobilning balandlikka chiqishga qarshilik kuchi

$$P_f = m_a \cdot g \cdot \sin \alpha$$

4-5⁰ gacha bo'lgan yo'l qiyaliklarida $P_f = m_a \cdot g \cdot i$ ga teng bo'ladi.

bu erda i – yo'lining qiyalili, yo'ning ko'tarilish balandligining yo'l uzunligiga nisbatiga teng.

Havoning qarshilik kuchi

$$P_w = k_b \cdot F_a \cdot v_a^2$$

bu erda v_a – avtomobilning harakat tezligi, mG's.

Kurs ishini hisoblashda asfalt qoplamali gorizantal yo'lda harakatlanayotgan transport vositasi tanlanadi, bu erda tezlanishga qarshilik kuchi hamda balandlikka chiqishga qarshilik kuchi hisobga olinmaydi.

Avtomobil harakatiga yuqori uzatmalardan jami qarshilik kuchlari yig'indisi quyidagicha hisoblanadi:

$$P_\Sigma = P_f + P_w$$

Quvvatlar balansini tahlil qilish usuli avtomobilning etakchi g'ildiraklariga olib kelingan quvvat va harakatga qarshilik kuchlarini engishga sarflangan quvvatlar tahlili bilan amalga oshiriladi.

Quvvatlar balansi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$N_T = N_e \cdot \eta_{tr} = N_f + N_h + N_w + N_j$$

bu erda N_T – avtomobil etakchi g'ildiraklariga olib kelingan quvvat;

N_f – g'ildirashga qarshilik kuchini engishga sarflangan quvvat;

N_h – balandlikka chiqishga qarshilik kuchini engish uchun sarflangan quvvat;

N_w – havoning qarshilik kuchini engish uchun sarflangan quvvat;

N_j – tezlanish olishga qarshilik kuchini engish uchun sarflangan quvvat.

Avtomobilning etakchi g'ildiraklariga olib kelingan quvvat N_T (kVt) quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$N_T = \frac{P_T \cdot v_i}{1000}$$

Avtomobilning g'ildirashga qarshilik kuchini engishga sarflangan quvvat N_f , kVt:

$$N_f = \frac{P_f \cdot v_i}{1000}$$

Balandlikka chiqishga qarshilikni engish uchun sarflangan quvvat N_h , kVt:

$$N_h = \frac{P_h \cdot v_i}{1000}$$

Havoning qarshiligini engishga sarflangan quvvat N_w , kVt:

$$N_w = k_b \cdot F_a \cdot v_i^3$$

Kurs ishini hisoblash va quvvat balansi grafigini qurishda avtomobilning tekis gorizantal yo'ldagi harakati tanlanganligi uchun, balandlikka chiqish uchun sarflangan quvvat hamda tezlanish olish uchun sarflangan quvvatlar hisobga olinmaydi. Hisoblash natijalari 5 va 6 jadvallarga qayd etiladi.

Avtomobil harakatiga qarshilikni engishga sarflangan quvvatlar yig'indisi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$N_\Sigma = N_f + N_w$$

Hisoblash natijalari 6-jadvalga qayd etiladi.

Hisoblash natijalari bo'yicha $N_T = f(v)$ bog'liqlik grafigi quriladi (3.3-rasm).

Dinamik xarakteristika avtomobil dinamik omilining har bir uzatmasidagi tezligiga bog'liq holda tahlil qilinadi.

Dinamik omil quyidagi tenglama yordamida hisoblanadi:

$$D_a = \frac{P_T - P_w}{G_a}$$

Engil avtomobil uchun dinamik omilning maksimal qiymati (birinchi uzatmada) $D_a = 0,30 - 0,45$, g'ildirak formulasi 4x2, 6x4 bo'lgan yuk avtomobillari uchun (taqsimlar qutisi mavjud bo'lmagan) $D_a = 0,28 - 0,35$ ga teng bo'ladi.

Avtomobilning har bir tezlikdagi dinamik xarakteristika $D_a = f(v)$ si quriladi. Dinamik omil qiymatlari har bir harakat tezligi uchun hisoblab chiqiladi. Hisoblash natijalar 5-jadvalga kiritiladi. Hisoblash natijalari bo'yicha avtomobilning dinamik xarakteristikasi quriladi (3.4-rasm).

Ishlash sharoitiga qarab transport vositasining harakatlanish mumkinligini aniqlash uchun dinamik xarakteristikaning grafigi yuklanish nomogrammasi bilan to'ldiriladi. Yuklanmagan avtomobil uchun dinamik omilning o'lchovi quyidagi formula bilan topiladi:

$$a_0 = a_a \cdot \frac{m_0}{m_a}$$

bu erda a_a – to'la yuklangan transport vositasining dinamik omili shkalasi masshtabi, mm;

m_0 – avtomobilning yuklanmagan massasi, kg.

Dinamik xarakteristika grafigining umumiy ko'rinishining yuklanish nomogrammasi bilan ilovada keltirilgan.

AVTOMOBILNING TEZLANISH QOBILIYATI

Avtomobilning tekis xarakat davri uning ish vaqtiga nisbatan ancha kam. Masalan, shaharda ishlatiluvchi avtomobillar tekis (15...25%), tekis tezlanuvchan (30...45%), nakat hamda tormozlanish (30...40%) bilan xarakterlanadi.

O'zgaruvchan xarakatdagi avtomobil dinamikasi, tezlanish va tezlikning o'zgarishi uchun zarur bo'lgan vaqt, hamda yo'l bilan o'lchanadi.

AVTOMOBILNING TEZLANISHINI ANIQLASH VA GRAFIGINI KO'RISH.

Dinamik formulasidan avtomobilning tezlanishini aniqlaymiz:

$$j_a = \frac{D_a - \psi_v}{\delta} \cdot g$$

bu erda: ψ_v – maksimal tezlikdagi yo'lning umumiy qarshilik koeffitsienti

D_a – har bir uzatmadagi dinamik faktorning oraliq qiymati

Dvigatel va transmissiyaning konstruktiv parametrlariga bog'liq bo'lgan koeffitsient δ quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\delta = 1 + a_1 + a_2 \cdot i_{uq}^2$$

bu erda a_1 va a_2 – o'zgarmas koeffitsient ($a_1 = 0,03 - 0,05$; $a_2 = 0,04 - 0,06$ -yuk ko'taruvchanlik qobiliyati yuqori bo'lsa past qiymatlar olinadi).

Kurs ishida avtomobilning tezlanish grafigi gorizantal yo'lda harakatlanayotgan avtomobil uchun hisoblanadi va quriladi. Avtomobil harakatiga bog'liq holda yo'lning jami qarshilik koeffitsienti yuqorida keltirilgan formulaga asosan olinadi.

Har bir uzatma uchun hisoblash natijalari 5 va 6-jadvallarga kiritiladi.

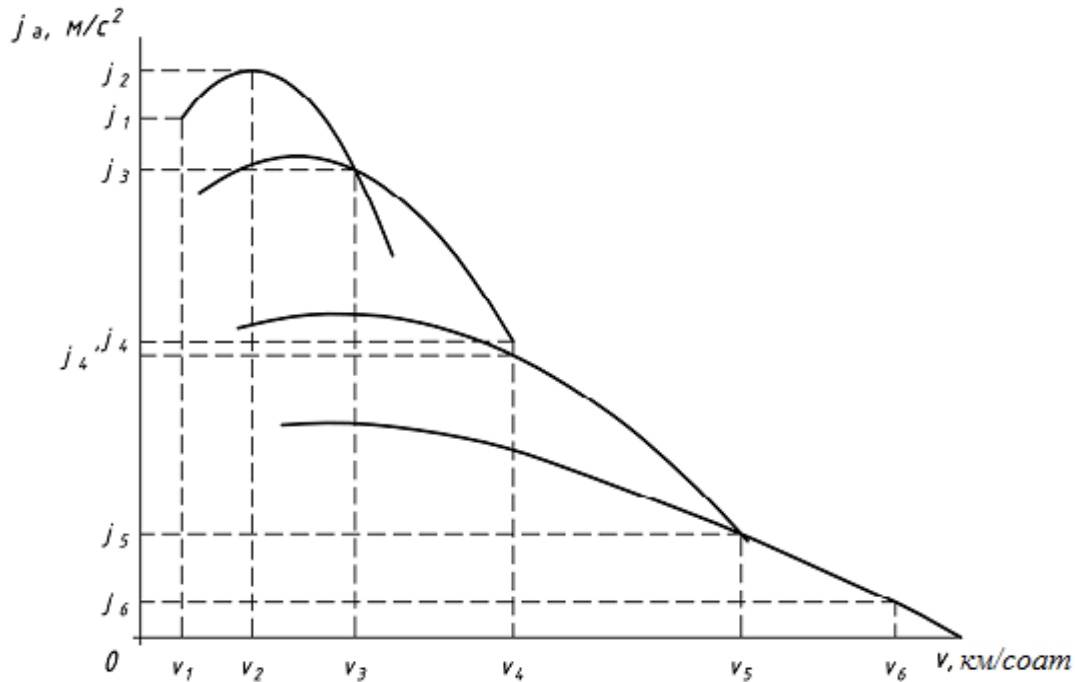
Hisoblash natijalari bo'yicha bo'yicha $j_a = f(v)$ bog'liqlik grafigi quriladi.

Tezlanish olishning vaqti va yo'li tezliklar intervali uchun grafoanalitik usulda aniqlanadi.

Tezliklarning v_1 va v_2 oraliqlari uchun o'rtacha tezlanish $j_{o'r1}$ quyidagiga teng:

$$j_{o'r1} = \frac{j_1 + j_2}{2}$$

bu erda j_1, j_2 – tezliklarning boshlang'ich va oxirgi oraliqlaridan tezlanish.



2-rasm. Tezlanishlarning oraliqlar bo'yicha ajralish grafigi

v_1 va v_2 oraliqlarda tezlikning o'zgarishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta v_1 = v_2 - v_1$$

v_1 va v_2 oraliqlarda tezlanish o'zgarishiga ketgan vaqt

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta v_1}{j_{o'r1}}$$

Tezliklarning v_2 va v_3 oraliqlari uchun o'rtacha tezlanish $j_{o'r2}$ quyidagiga teng:

$$j_{o'r2} = \frac{j_2 + j_3}{2}$$

v_2 va v_3 oraliqlarda tezlikning o'zgarishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta v_2 = v_3 - v_2$$

v_2 va v_3 oraliqlarda tezlanish o'zgarishiga ketgan vaqt

$$\Delta t_2 = \frac{\Delta v_2}{j_{o'r2}}$$

Tezlanish olish vaqti har bir uzatma uchun xuddi shu tartibda aniqlanadi. Uzatmalarni almashtirish uchun ketgan vaqtni hisobga olmasak, avtomobilning umumiy tezlanish olish vaqti quyidagicha aniqlanadi:

$$t_{\Sigma} = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_n$$

bu erda $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_n$ – tegishli tezlik oraliqlarida avtomobilning tezlanish olish vaqti.

Tezlanish olish yo'li S_{Σ} hisoblashda har bir tezlik oralig'ida avtomobil o'rtacha tezlik bilan teng ravishda harakatlanadi deb olinadi. v_1 va v_2 oraliqlarda avtomobilning o'rtacha tezligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$v_{o'rt} = \frac{j_1 + j_2}{2}$$

v_1 va v_2 oraliqlarda avtomobilning tezlanish olish masofasi

$$\Delta S_1 = v_{o'rt} \cdot \Delta t$$

Avtomobil tezlanish olishining umumiy yo'li S_{Σ} ni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$S_{\Sigma} = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \dots + \Delta S_n$$

bu erda $\Delta S_1, \Delta S_2, \dots, \Delta S_n$ – tegishli tezlik oraliqlarida avtomobilning bosib o'tgan yo'li.

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

JIZZAX POLITEKNIKA INSTITUTI

“YER USTI TRANSPORT TIZIMLARI” kafedrası

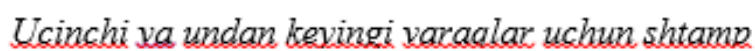
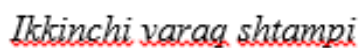
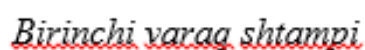
“Transport vositalarining konstruktsiyasi” fanidan

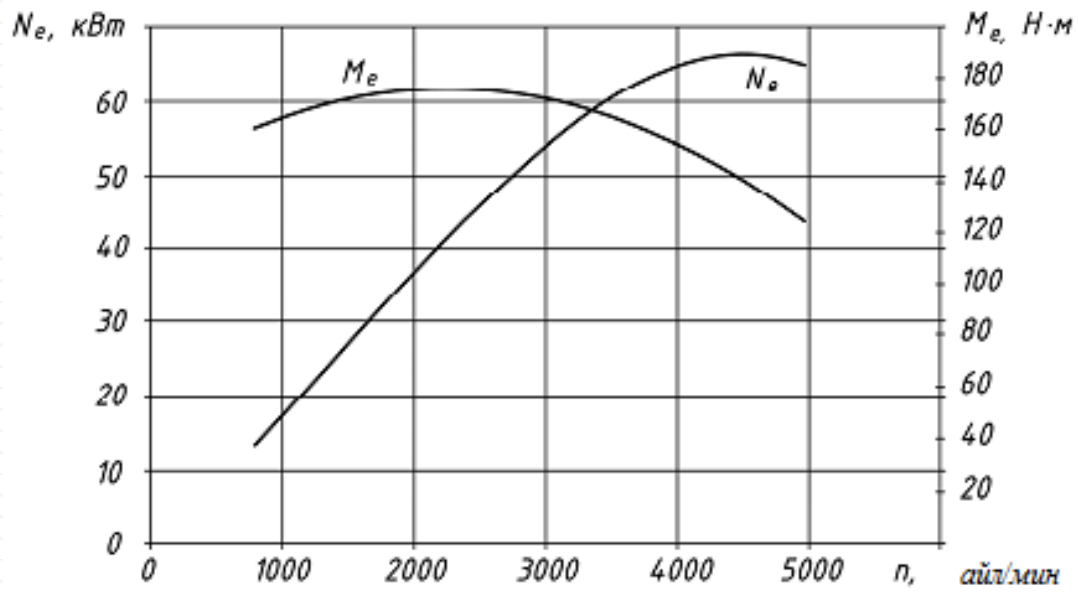
KURS ISHI

Bajardi: _____ **talabasi** _____
(guruh raqami) (imzo) (talabaning F.I.Sh.)

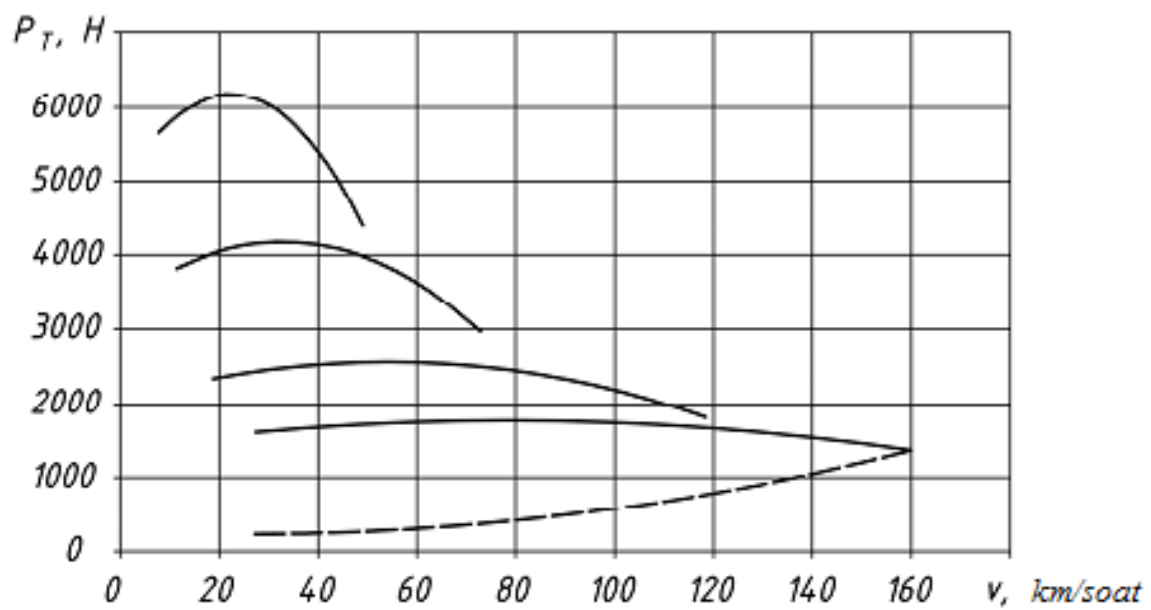
Qabul qildi: _____
(imzo) (professor o'qituvchi F.I.Sh.)

Jizzax -201__ yil

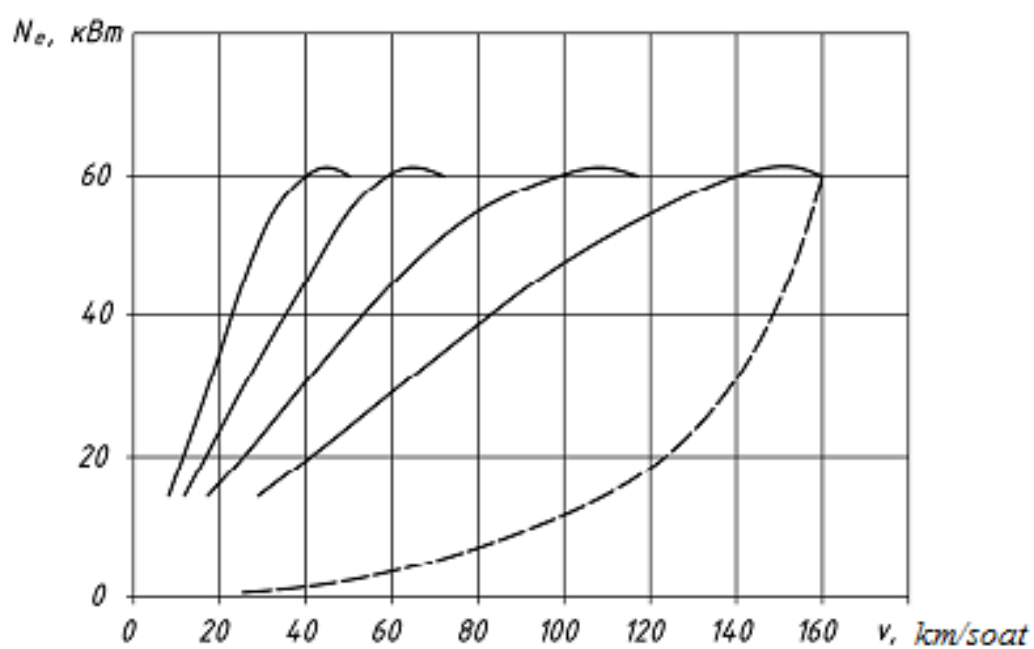




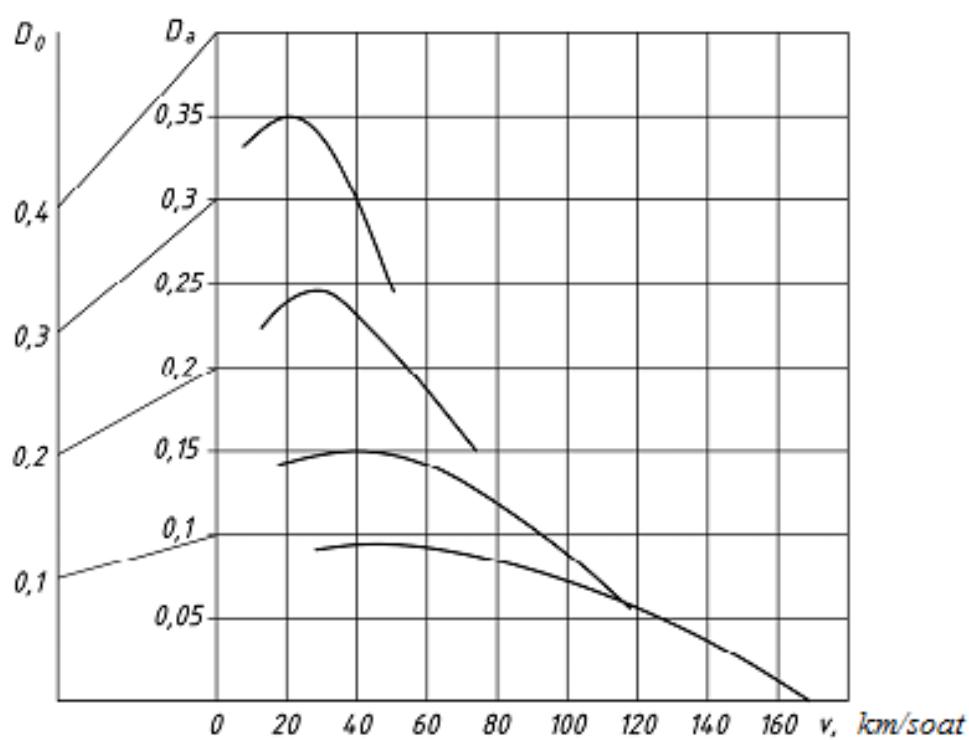
Ilava. 3.1-rasm: Tashqi tezlik xarakteristikasi grafigi



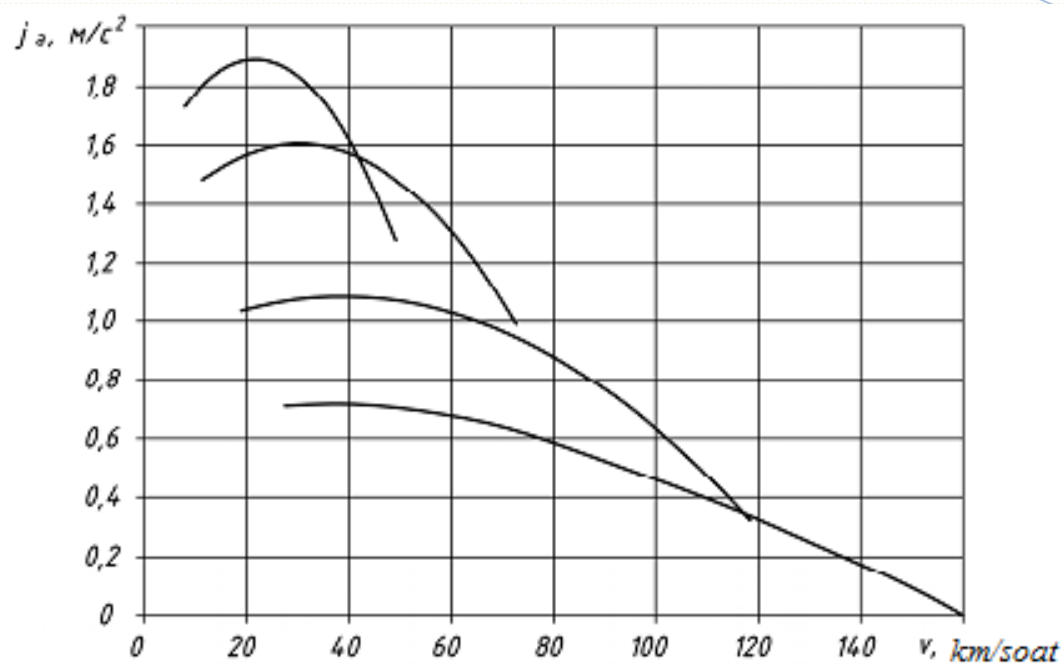
Ilava 3.2-rasm. Avtomobilning kuch balansi grafigi



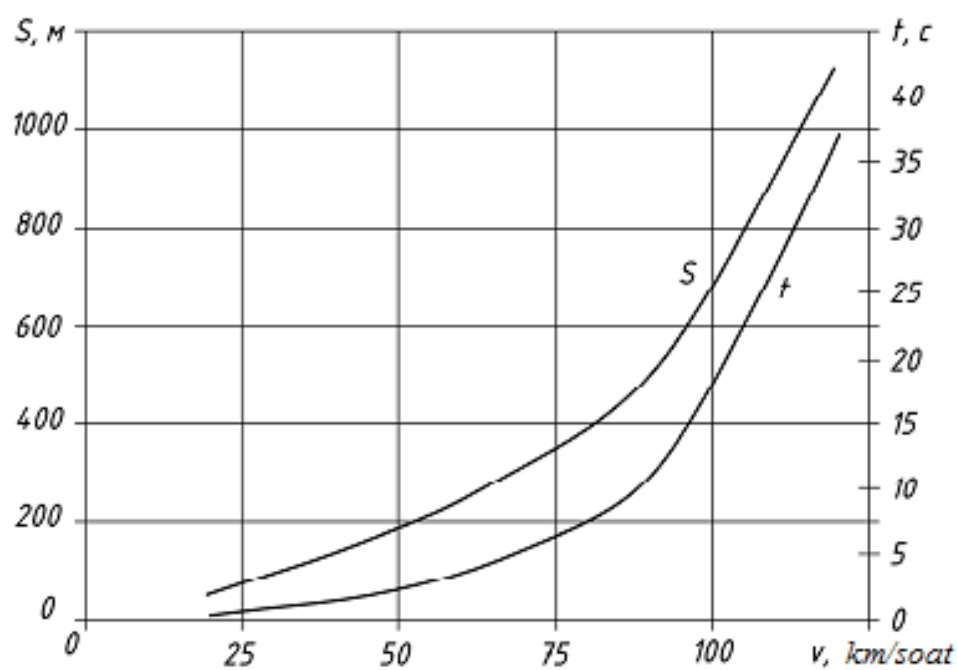
Ilava 3.3-rasm. Avtomobilning quvvat balansi grafigi



Ilava 3.4-rasm. Avtomobilning dinamik faktori



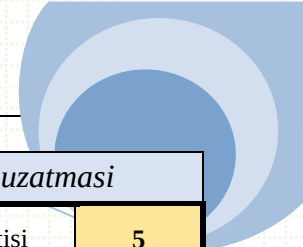
Ilava 3.5-rasm. Avtomobilning tezlanish grafigi



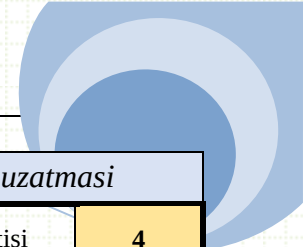
Ilava 3.6-rasm. Tezlanish oshishiga ketgan vaqt va yo'l grafigi

Yengil avtomobilning qisqacha xarakteristikasi

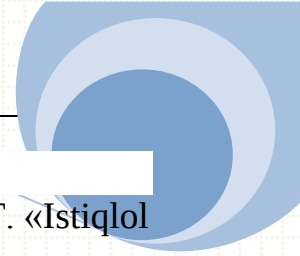
Avtomobil	Umumiy xarakteristika		Dvigatel		Kuch uzatmasi	
VAZ 1111 “OKA”	G'ildirak formulasi	4x2	Yonilg'i turi	benzin	Uzatmalar qutisi	4
	O`rinlar soni	4	Tsilindrlar soni	4	Uzatishlar soni	
	Yuklangan massasi, kg	635	Dvigatel quvvati		I-uzatma	3,70
	Gabarit o`lchamlari, mm		kVt	21,5	II-uzatma	2,06
	Uzunligi	3200	Tirsakli val aylanishlar sonu		III-uzatma	1,27
	Kengligi	1420	ayl/min	5600	IV-uzatma	0,90
	Balandligi	1400	Burovchi moment		V-uzatma	
	Maksimal tezligi, km/soat	120	Nm	44,1	Asosiy uzatma	4,54
Chevrolet “NIVA”	G'ildirak formulasi	4x4	Yonilg'i turi	benzin	Uzatmalar qutisi	5
	O`rinlar soni	5	Tsilindrlar soni	4	Uzatishlar soni	
	Yuklangan massasi, kg	1350	Dvigatel quvvati		I-uzatma	3,667
	Gabarit o`lchamlari, mm		kVt	58,5	II-uzatma	2,100
	Uzunligi	3844	Tirsakli val aylanishlar sonu		III-uzatma	1,361
	Kengligi	1786	ayl/min	5000	IV-uzatma	1,000
	Balandligi	1652	Burovchi moment		V-uzatma	0,758
	Maksimal tezligi, km/soat	150	Nm	127,4	Asosiy uzatma	3,9
Daewoo “matiz”	G'ildirak formulasi	4x2	Yonilg'i turi	benzin	Uzatmalar qutisi	5
	O`rinlar soni	4	Tsilindrlar soni	3	Uzatishlar soni	
	Yuklangan massasi, kg	851	Dvigatel quvvati		I-uzatma	3,818
	Gabarit o`lchamlari, mm		kVt	37,5	II-uzatma	2,210
	Uzunligi	3495	Tirsakli val aylanishlar sonu		III-uzatma	1,432
	Kengligi	1495	ayl/min	5900	IV-uzatma	1,029
	Balandligi	1485	Burovchi moment		V-uzatma	0,837
	Maksimal tezligi, km/soat	130	Nm	68,6	Asosiy uzatma	4,444



Avtomobil	Umumiy xarakteristika		Dvigatel		Kuch uzatmasi	
OPEL “Corsa”	G'ildirak formulasi	4x2	Yonilg'i turi	benzin	Uzatmalar qutisi	5
	O`rinlar soni	4	Tsilindrlar soni	4	Uzatishlar soni	
	Yuklangan massasi, kg	851	Dvigatel quvvati		I-uzatma	3,73
	Gabarit o`lchamlari, mm		kVt	43	II-uzatma	2,14
	Uzunligi	3817	Tirsakli val aylanishlar sonu		III-uzatma	1,41
	Kengligi	1646	ayl/min	5600	IV-uzatma	1,12
	Balandligi	1440	Burovchi moment		V-uzatma	0,89
	Maksimal tezligi, km/soat	145	Nm	85	Asosiy uzatma	3,94
FORD “Focus”	G'ildirak formulasi	4x2	Yonilg'i turi	benzin	Uzatmalar qutisi	5
	O`rinlar soni	5	Tsilindrlar soni	4	Uzatishlar soni	
	Yuklangan massasi, kg	1250	Dvigatel quvvati		I-uzatma	3,154
	Gabarit o`lchamlari, mm		kVt	66	II-uzatma	1,926
	Uzunligi	4382	Tirsakli val aylanishlar sonu		III-uzatma	1,281
	Kengligi	1702	ayl/min	5500	IV-uzatma	0,951
	Balandligi	1440	Burovchi moment		V-uzatma	0,756
	Maksimal tezligi, km/soat	190	Nm	136	Asosiy uzatma	4,059
Tayota “Corolla”	G'ildirak formulasi	4x2	Yonilg'i turi	benzin	Uzatmalar qutisi	5
	O`rinlar soni	5	Tsilindrlar soni	4	Uzatishlar soni	
	Yuklangan massasi, kg	1220	Dvigatel quvvati		I-uzatma	3,545
	Gabarit o`lchamlari, mm		kVt	71	II-uzatma	1,904
	Uzunligi	4385	Tirsakli val aylanishlar sonu		III-uzatma	1,310
	Kengligi	1710	ayl/min	6000	IV-uzatma	0,969
	Balandligi	1470	Burovchi moment		V-uzatma	0,815
	Maksimal tezligi, km/soat	190	Nm	130	Asosiy uzatma	4,412



Avtomobil	Umumiy xarakteristika		Dvigatel		Kuch uzatmasi	
Daewoo “DAMAS”	G'ildirak formulasi	4x2	Yonilg'i turi	benzin	Uzatmalar qutisi	4
	O`rinlar soni	7	Tsilindrlar soni	4	Uzatishlar soni	
	Yuklangan massasi, kg	805	Dvigatel quvvati		I-uzatma	3,24
	Gabarit o`lchamlari, mm		kVt	28	II-uzatma	2,25
	Uzunligi	3230	Tirsakli val aylanishlar sonu		III-uzatma	1,41
	Kengligi	1400	ayl/min	5000	IV-uzatma	1,00
	Balandligi	1920	Burovchi moment		V-uzatma	0
	Maksimal tezligi, km/soat	114	Nm	62,8	Asosiy uzatma	4,14
Daewoo “Lasetti”	G'ildirak formulasi	4x2	Yonilg'i turi	benzin	Uzatmalar qutisi	5
	O`rinlar soni	5	Tsilindrlar soni	4	Uzatishlar soni	
	Yuklangan massasi, kg	1235	Dvigatel quvvati		I-uzatma	3,154
	Gabarit o`lchamlari, mm		kVt	121	II-uzatma	1,926
	Uzunligi	4500	Tirsakli val aylanishlar sonu		III-uzatma	1,281
	Kengligi	1725	ayl/min	5800	IV-uzatma	0,951
	Balandligi	1445	Burovchi moment		V-uzatma	0,744
	Maksimal tezligi, km/soat	194	Nm	165	Asosiy uzatma	3,722
Daewoo “Nexia”	G'ildirak formulasi	4x2	Yonilg'i turi	benzin	Uzatmalar qutisi	5
	O`rinlar soni	5	Tsilindrlar soni	4	Uzatishlar soni	
	Yuklangan massasi, kg	958	Dvigatel quvvati		I-uzatma	3,545
	Gabarit o`lchamlari, mm		kVt	71	II-uzatma	1,904
	Uzunligi	4482	Tirsakli val aylanishlar sonu		III-uzatma	1,310
	Kengligi	1662	ayl/min	6000	IV-uzatma	0,969
	Balandligi	1393	Burovchi moment		V-uzatma	0,815
	Maksimal tezligi, km/soat	180	Nm	130	Asosiy uzatma	3,94



Foydalanilgan adabiyotlar

1. Avtomobillar. konstruktsiya asoslari. Muxitdinov A.A. va boshq. – T. «Istiqlol nuri», 2016.
2. Transport vositalarining tuzilishi (Design of vehicles). Muxitdinov A.A., Sattivaldiev B., Hakimov Sh.K. – T. “Ta’lim nashriyoti”, 2014.
3. Qodirov S.M. va Qodirxonov M.O. Dvigatel va avtomobillar nazariyasi. Toshkent, «O’qituvchi», 1981 y.
4. Mamatov X.M. va boshqalar. Avtomobillar. . Toshkent, «O’qituvchi», 1982 y.
5. Qodirxonov M.O., Rasulov G.G. Avtomobil nazariyasidan masalalar to’plami. . Toshkent, «O’qituvchi», 1996 y.
6. Латипов А.С., Фаробин Я.Э. Автомобил. Теория эксплуатационных свойств. Москва, «Машиностроение», 1989 г.
7. X.M.Mamatov. Avtomobillar. (Avtomobillar konstruktsiyasidan programmalashtirilgan o’quv qo’llanma). Toshkent, «O’qituvchi», 1986.
8. Agnew.W.G. “Automotive Fuel Economy Improvement”, General Motors Research Publication GMR-3493
9. Cole D.E., Harbeck L.T. and Smith D.N. “Delphi Forecast and Analysis of the U.S. Automotive Industry in the 1980’S”, Othee for the study of Automotive Transportation and Industtrial Devolopment Div. of the Institute of s’cience and tech (1991)
10. Coon C.W. and Wood C.D. Improvement of Automobile Fuel Economy, - SAE Paper 740969, october, 1984
11. Saunders J. SAE-A Truck Fuel Consumption Measurement Procedure: Tupe 1 Test. SAE Australasia. 1984, XI-XII.
12. Joshida E. Namura H., Hozaki H., etal Jasoline Volatility Hot Weather Driveability of Japanese cars. Motor vehicle technology.
13. Dr-Ing. Wolf-Heinrich Hucho. Aerodynamik des Automobiles. 1987
14. Hucho W-H., Emmelmann, H-J. Aerodynamische Formoptimierung, ein Weg zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit von Nutzfahzeugen.
15. Go’’tz, H.Die Aerodynamik des Nutzfahzeuges –Massnahmen rur Kroftstoffeinsporung. Reihe 12, 1987.