

*Ikkinchi qism*  
**AVTOMOBILNING EKSPLUATATSION  
XUSUSIYATLARI NAZARIYASI**

---

---

*I bob*

**1.1. EKSPLUATATSION XUSUSIYATLAR  
NAZARIYASINING TARAQQIYOTI**

Avtomobilning harakat qonuniyatlarini birinchi bo‘lib N.Y. Jukovskiy «Avtomobilning burilishdagi harakat nazariyasi»ga bag‘ishlangan ilmiy ishi bilan boshladi. 1921-yilda «Avtomobil va avtomotor ilmiy tekshirish instituti» tashkil etilib, avtomobilni tadqiqot qilish va sinash ishlari rejali ravishda yo‘lga qo‘yildi. Avtomobil nazariyasiga oid asosiy ishlarni akademik Y.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. Y.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, Y.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. Afanasyev, D.P. Velikanov va V.A. Illarionovlar avtomobil nazariyasini real sharoitda qo‘llash borasida tadqiqot ishlari olib borganlar.

**1.2. AVTOMOBILNING EKSPLUATATSION  
XUSUSIYATLARI**

Avtomobilning ekspluatatsion xususiyatlari nazariyasi transport harakat qonunlari va ekspluatatsion xususiyatlarini o‘rganuvchi fan bo‘lib, nazariy mexanika, mexanizm va mashi-

nalar nazariyasi, materiallar qarshiligi kabi kurslarga asoslangan.

Nazariy izlanishlar va tajriba ma'lumotlari asosida avtomobilning ekspluatatsion xususiyatlariga ta'sir etuvchi omillar aniqlanib, avtomobil konstruksiyasini yanada takomillashtirish yo'llari topildi, shu bilan birga bu fan yuk tashish jarayonini optimal tashkil etish va maksimal iqtisodiy effekt olish masalalarini ham hal qildi.

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

Avtomobilning ekspluatatsion xususiyatlariga tortish va tormozlash dinamikasi, yonilg'i sarfining tejamlliligi, boshqariluvchanlik, turg'unlik, yo'l to'siqlaridan o'ta olish xususiyati, yurish ravonligi, harakat xavfsizligi, puxtaligi, ta'mir qilishning osonligi kabilar kiradi.

Avtomobilning **dinamikasi** uning yuk yoki yo'lovchilarni maksimal o'rtacha tezlik bilan harakatlanib tashish qobiliyatidir. Avtomobilning dinamikasi qanchalik yaxshi bo'lsa, uning tezligini oshirish qobiliyati shunchalik yuqori bo'ladi, o'rtacha harakat tezligi qancha katta bo'lsa, yuk tashish uchun shuncha kam vaqt sarf bo'ladi. Avtomobilning dinamikasi uning tortish va tormozlash xususiyatlariga bog'liq bo'lganligi uchun u tortish va tormozlash dinamikalariga bo'linadi.

**Tortish dinamikasi** deb, avtomobilning ma'lum ekspluatatsion sharoitda maksimal o'rtacha tezlik bilan harakatlanish xususiyatiga aytiladi.

**Tormozlash dinamikasi** deb, avtomobilning sekinlanish va effektiv tormozlanish qobiliyatiga aytiladi.

**Yonilg'i sarfining tejamlliligi** deb, avtomobilda yoqilgan yonilg'i energiyasidan ratsional foydalanish xususiyatiga aytiladi. Yonilg'i ishlab chiqarish uchun ketgan xarajatlar yuk tashish tannarxining 16–20% ini tashkil etadi, shuning uchun yonilg'i qancha kam sarflansa, avtomobildan foydalanish shuncha arzoniga tushadi.

**Avtomobilning boshqariluvchanligi** deb, boshqariluvchi g'ildiraklarning holati o'zgarishi bilan avtomobilning o'z harakat yo'nalishini o'zgartirish xususiyatiga aytiladi. Avtomobilning

harakat vaqtidagi xavfsizligi uning boshqariluvchanligiga ko'p jihatdan bog'liq.

***Avtomobilning turg'unligi*** deb, uni yon tomonga sirpanishga, ag'darilishga va surilishga majbur etuvchi kuchga qarshilik ko'rsata olishi hamda harakat yo'nalishini saqlay olish qobiliyatiga aytiladi. Turg'unlik ham boshqa omillar kabi harakat xavfsizligini ta'minlashda katta ahamiyat kasb etadi.

***Yo'l to'siqlaridan o'ta olish xususiyati*** deb, avtomobilning og'ir yo'l sharoitlarida va yo'lsiz joylarda (botqoqlik, qor uyumi va h.k.) yetakchi g'ildiraklarining shataksiramadan (shataksirash – g'ildirakning o'z joyida aylanib harakatlanishi), avtomobil tagining esa notekisliklarga tegmasdan o'ta olish qobiliyatiga aytiladi. Bu ekspluatatsion xususiyat ayniqsa qishloq xo'jaligida, o'rmon sanoatida, qurilishlarda va karyerlarda ishlovchi avtomobillar uchun taalluqlidir.

***Yurish ravonligi*** deb, avtomobilning notekis yo'ldan kuzovni ortiqcha tebrantirmasdan harakatlanishiga aytiladi. Avtomobilning yurish ravonligi o'rtacha harakat tezligiga, yukning shikastlanmasdan manzilga yetkazilishiga, avtomobilda yurishning qulayligiga, haydovchi va yo'lovchilarning charchashiga katta ta'sir ko'rsatadi.

***Avtomobilning puxtaligi*** deb, uning agregat, uzal, detallarining ish jarayonida buzilmasdan, sinmasdan ishlash qobiliyatiga aytiladi. Puxtalik harakat xavfsizligini ta'minlashda katta ahamiyatga ega.

***Ta'mir qilishning osonligi*** avtomobil agregatlari va uzellari buzilganda ularni tezlikda yana ish bajara oladigan holga qaytarishga moslanganligini ko'rsatadi. Bu ekspluatatsion xususiyat avtomobilni loyihalash vaqtida hisobga olinishi kerak, u avtomobilning ish unumdorligini oshirishda katta rol o'ynaydi.

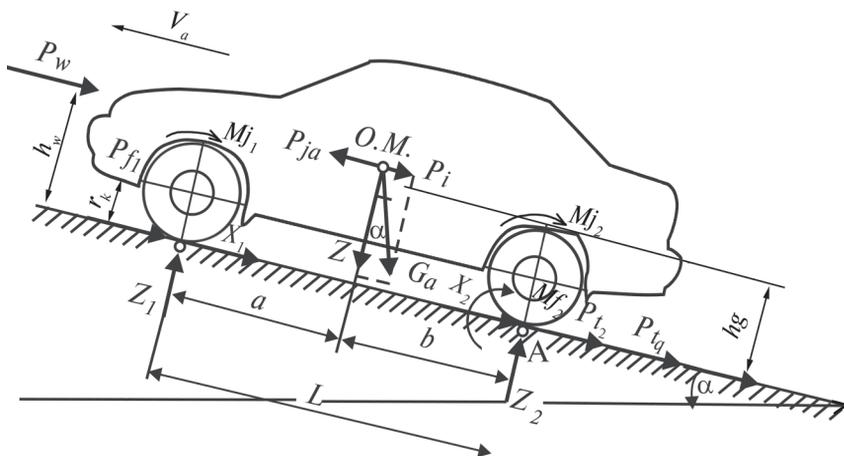
#### ***Nazorat savollari***

1. *Avtomobilning ekspluatatsion xususiyatlari nazariyasi faniga ulkan hissa qo'shgan olimlarni ayting.*
2. *Avtomobilning tortish dinamikasi ekspluatatsion xususiyati nimalarni o'rganadi?*
3. *Avtomobilning tormozlanish dinamikasi nimalarni o'rganadi?*
4. *Avtomobilning boshqariluvchanligi nimalarni o'rganadi?*
5. *Avtomobilning turg'unligi nimalarni o'rganadi?*

## ***II bob. HARAQATDAGI AVTOMOBILGA TA'SIR ETUVCHI KUCH VA MOMENTLAR***

### **2.1. AVTOMOBILGA TA'SIR ETUVCHI KUCHLAR**

Avtomobil har xil kuchlar ta'sirida harakatga keladi. Bu kuchlarni ikki guruhga bo'lish mumkin: avtomobilni harakatlantiruvchi kuchlar; uning harakatiga qarshilik ko'rsatuvchi kuchlar. 2.1-rasmda umumiy holda avtomobilga ta'sir etuvchi kuchlar ko'rsatilgan.



2.1-rasm. Umumiy holda avtomobilga ta'sir etuvchi kuchlar

Tortish kuchi  $P_k$  harakatlantiruvchi kuch bo'lib, yetakchi g'ildiraklarga uzatiladi.

Bu kuch dvigateldan olinib, yetakchi g'ildirakning yerga ishqalanishi natijasida vujudga keladi.

Avtomobilning harakatiga qarshilik kuchlari:

$P_f$  – aylanma-illarilama harakatga qarshilik kuchi;

$P_i$  – balandlikka chiqishga qarshilik kuchi;

$P_w$  – havoning qarshilik kuchi;

$P_{ja}$  – avtomobilning tezlanishiga qarshilik (inersiya) kuchi.

$P_f$  kuch g'ildirakning aylanma-ilgarilama harakatiga qarshilik momentining shu g'ildirak radiusiga bo'linganiga teng.

Aylanma-ilgarilama harakatga qarshilik kuchi har bir g'ildirakda paydo bo'ladi va qulaylik uchun qiymatlari teng deb qabul qilinadi. Avtomobilning balandlikka chiqishiga qarshilik kuchi  $P_i$  uning og'irlik markaziga qo'yilgan va avtomobil og'irligi  $G_a$  ning tashkil etuvchisi kabi aniqlanadi.

Inersiya kuchi  $P_{ja}$  avtomobilning notekis harakati natijasida hosil bo'ladi. Havoning qarshilik kuchi  $P_w$  yo'l tekisligidan  $h_w$  balandlikka qo'yilgan. Bu kuch ta'sir etuvchi nuqta avtomobilning yelkanlik markazi deyiladi.

## 2.2. TRANSMISSIYADA QUVVATNING ISROF BO'LISHI

Ma'lumki, dvigatel quvvati yetakchi g'ildiraklarga ilashish mexanizmi, uzatmalar qutisi, kardanli uzatma, bosh uzatma, yarimo'qlar yordamida uzatiladi. Quvvatning bir qismi agregatlardagi shesternyalar 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 koeffitsiyenti  $\eta_{tr}$  (f.i.k.) orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta_{tr} = \frac{N_k}{N_d} = \frac{N_d - N_{tr}}{N_d} = 1 - \frac{N_{tr}}{N_d}$$

yoki

$$\eta_{tr} = 1 - \frac{M_{tr}}{M_d};$$

bunda:

$N_{tr}$ ,  $M_{tr}$  – quvvat va momentning transmissiyada isrof bo'lgan qismi;

$N_d$ ,  $M_d$  – dvigatelning effektiv quvvati va momenti;

$N_k$  – yetakchi g'ildirakdagi 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 ishlanishi va yig'ilishiga bog'liq. Agregatlar karterlaridagi moyni

aralashtrish uchun sarflangan quvvat yoki moment  $M_{x.x}$ . detallarning burchak tezligi, moyning hajmi va qovushqoqligiga bog'liq. Moment  $M_{x.x}$ . ning absolut qiymati tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Agar bunday qiymatlar bo'lmasa, ularni 4X2 tipdagi avtomobillar uchun quyidagi empirik formuladan aniqlash mumkin:

$$M_{x.x} = (2 + 0,09 \cdot V_a) \cdot G_a \cdot r \cdot 10^{-3}, \text{ N} \cdot \text{m};$$

bunda  $V_a$  – avtomobilning tezligi;

$r$  – g'ildirak radiusi.

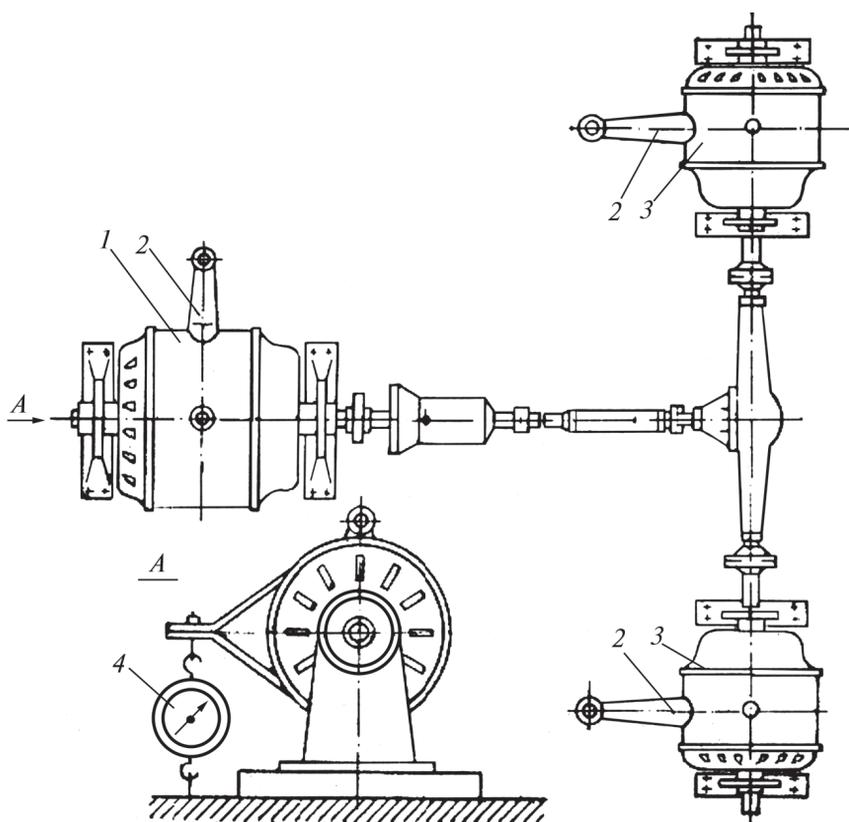
4X4 tipdagi avtomobil uchun  $M_{x.x}$ . ning bu qiymati 1,5...2 marta, 6X6 tipdagi avtomobil uchun esa 2...3 marta ko'p bo'ladi.

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

2.1-jadvalda ba'zi tipdagi avtomobillar uchun mexanik f.i.k. ning qiymatlari berilgan.

2.1-jadval

<b>Avtomobillar</b>	$\eta_t$
4X2 tipdagi yengil avtomobillar	0,90...0,92
4X2 tipdagi yuk mashinalari va avtobuslar	0,85...0,88
4X4, 6X6 tipdagi yuk mashinalari	0,82...0,85



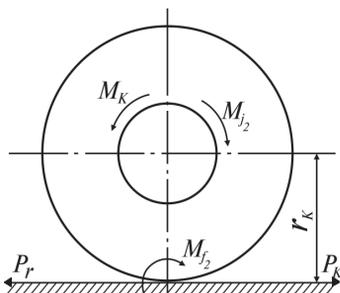
2.2-rasm. Transmissiyada isrof bo'lgan quvvatni aniqlash usuli

### 2.3. AVTOMOBILNING TORTISH KUCHI

Tortish kuchi  $P_k$  yarimo'qlarga keltirilgan burovchi momentning tekis aylanayotgan yetakchi g'ildirak radiusiga nisbati bilan aniqlanadi.  $P_k$  urinma kuch bo'lib, avtomobilning harakatiga teskari yo'nalgan. Shunday ekan, avtomobilni qanday kuch harakatga keltiradi degan savol tug'iladi. Har qanday mexanik harakat jism va yo'l o'rtasidagi ishqalanish kuchi tufayli sodir bo'ladi. G'ildirak yo'lga  $P_k$  kuch bilan ta'sir etar ekan,  $P_r$  aks ta'sir kuch hosil bo'ladi (2.3-rasm):

$$P_k = - P_r. \quad (1)$$

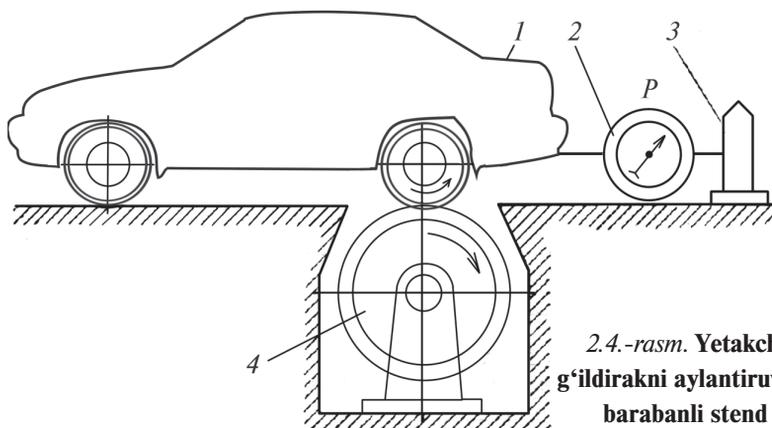
Demak,  $P_r$  reaksiya kuchi avtomobilni ilgarilama harakatga keltiruvchi kuchdir.  $P_k$  shartli ravishda tortish kuchi deb ataladi.



2.3.-rasm. G'ildirakdagi  
tortish kuchi

2.4-rasmda tortish kuchini aniqlash stendi ko'rsatilgan. Avtomobil 1 yetakchi g'ildiraklari baraban 4 li stendga o'rnatiladi. Avtomobilning orqa qismi tros yordamida dinamometr 2 orqali qo'zg'almas ustun 3 ga mahkamlanadi va dvigatel karburatorining drossel-zaslonkasi to'la ochiq holda ishlatiladi. Gidravlik yoki elektr tormoz yordamida barabanning aylanishiga qarshilik

hosil qilinib, uning tekis aylanishiga erishiladi. Agar g'ildiraklar baraban ustida aylanayotganida energiyaning ishqalanishga isrof bo'lishini hisobga olinmasa, dinamometr ko'rsatayotgan  $P$  kuch urinma  $P_k$  kuchga teng bo'ladi. Avtomobil yetakchi g'ildiragining aylanishlar chastotasi  $n_k$  va radiusi  $r_k$  ma'lum bo'lsa, uning yo'ldagi harakat tezligi quyidagicha aniqlanadi:



2.4.-rasm. Yetakchi  
g'ildirakni aylantiruvchi  
barabanli stend

$$v_a = \frac{\pi \cdot n_k \cdot r_k}{30}, \text{ m/s}$$

yoki

$$V_a = 0,377 \frac{n_d \cdot r_k}{i_{kp} \cdot i_d \cdot i_0}, \text{ km/soat}, \quad (2)$$

bunda:

$n_d$  — dvigatel tirsakli valining aylanishlar chastotasi;

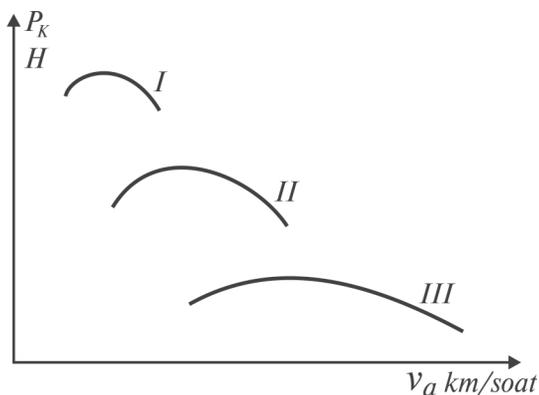
$i_{kp}$  – uzatmalar qutisining uzatish soni;  
 $i_0$  – asosiy uzatmaning uzatish soni;  
 $i_d$  – yordamchi qutining uzatish soni;  
 $r_k$  – aylanma-ilgarilama harakatdagi g'ildirak radiusi;  
 $n_k$  – g'ildirakning aylanishlar chastotasi.

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

$$P_k = \frac{M_k}{r_k} = \frac{M_d \cdot i_{kp} \cdot i_d \cdot i_0 \cdot \eta_{tr}}{r_k}. \quad (3)$$

Har xil uzatmalarda tortish kuchi qiymatlarining tezlik bilan bog'lanish grafigi avtomobilning tortish xarakteristikasi grafigi deyiladi. Bu grafikni qurish uchun dvigatelning tezlik xarakteristikasidan tirsakli valning izlangan aylanishlar chastotasi uchun (8–10 nuqta)  $M_d$  qiymatlarini hamda har bir uzatma qo'shilgandagi shu aylanishlar chastotalariga mos avtomobil tezliklari  $V_{a12}, V_{a13}, \dots$  ni (2) formuladan aniqlanadi. Har bir uzatma uchun aniqlangan tezliklarga mos bo'lgan tortish kuchi qiymatlari  $P_{k11}, P_{k12}, P_{k13}$  (3) formuladan aniqlanadi. Natijada  $P_k = f(v_a)$  funksiyaning grafigi 2.5-rasmda ko'rsatilgandek quriladi. Egri chiziqlar soni uzatmalar soniga teng.

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, shesternyalar, vallar, oldingi va orqa g'ildiraklar) massasi (inersiyasi) ta'sir qiladi. Yetakchi g'ildirakka uzatilgan  $M_0$  moment tezlanish



2.5.-rasm.  
Avtomobilning  
tortish kuchi va  
tezligi o'rtasidagi  
bog'lanish grafigi

bilan harakat qilgan davrda kichik massalar (shesternyalar, vallar) hisobga olinmasa va  $\eta_{tr} = \text{const}$  deyilsa,  $J_m \cdot E_m$  va  $J_k \cdot E_k$  inersion momentlar hisobiga kamayadi, ya'ni:

$$M_0 = (M_d - J_m \cdot E_m) \cdot i_{tr} \cdot \eta_m - J_k \cdot E_k. \quad (4)$$

Agar

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

ekanligi hisobga olinsa, (4) tenglamaning chap va o'ng tomonini  $r_k$  ga bo'lib, quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$P_0 = P_k - \frac{J_m \cdot i_{tr}^2 \cdot \eta_{tr} + J_k}{r_k^2} \cdot j_a, \quad (5)$$

bunda:

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

Topilgan  $P_0$  kuch yetakchi g'ildiraklardagi urinma kuch bo'lib, avtomobil tezlanish bilan harakatlanganda maxovik va g'ildiraklarni tezlantirishga ketgan energiya hisobiga kamayadi. Avtomobil sekinlanish bilan harakatlanganda (ya'ni  $j_a < 0$ ) tezlanishda yig'ilgan energiya avtomobilning harakatlanishiga sarf bo'ladi.

## 2.4. G'ILDIRAK RADIUSLARI

Avtomobilning tortish kuchini aniqlashda g'ildiraklarining radiusi ma'lum bo'lishi zarur. Radiusni aniqlash usuli shinaga ta'sir etuvchi kuchlarning ta'siriga qarab uch xil bo'ladi.

**1. Statik radius**  $r_{st}$  aniqlanganda shina damlangan bo'lib, unga vertikal og'irlik kuchi ta'sir etadi va g'ildirakning markazidan yergacha bo'lgan masofa bilan yoki quyidagi formuladan topiladi:

$$r_{st} = \frac{d}{2} + B \lambda_a, \quad (6)$$

bunda:

- $\lambda_a$  – g'ildirakning vertikal elastiklik koeffitsiyenti;
- $B$  – shinning eni.

Standart shinalar uchun  $\lambda_a = 0,8...0,9$ ; peshtoqli shinalar uchun  $\lambda_a = 0,75...0,8$ .

**2. Dinamik radius**  $r_d$  g'ildirakka kuch va momentlar ta'sir etayotganda o'lchangan oniy radius bo'lib, amaliy masalalarni yechishda bu ko'rsatkichdan foydalanish noqulay. Dinamik radiusni aniqlash katta eksperimentlar o'tkazishni talab etadi. Shu sababli kundalik hisoblashlar uchun g'ildirash radiusi  $r_k$  qabul qilingan.

**3. G'ildirash radiusi**  $r_k$  deb, shartli ravishda deformatsiyalanmaydigan va shataksiramaydigan g'ildirak radiusiga aytiladi. Bunday g'ildirakni real avtomobilga 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  $r_k \approx r_{st}$  deb qabul qilinsa, katta xato bo'lmaydi.

## 2.5. ILASHISH KUCHI. AVTOMOBILNING HARAKATLANISH SHARTI

Ilashish kuchi  $P_\varphi$  g'ildirak bilan yo'lning o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'lib, ular o'rtasidagi ishqalanishni hamda shina elementlarining yo'l bilan ilashishini hisobga oladi.

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

$$P_\varphi = Z \cdot \varphi = G_a \cdot \cos\alpha \cdot \varphi; \quad (7)$$

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

$$P_{\varphi_1} = Z_1 \cdot \varphi = G_1 \cdot \cos\alpha \cdot \varphi; \quad (8)$$

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

$$P_{\varphi_2} = Z_2 \cdot \varphi = G_2 \cdot \cos\alpha \cdot \varphi; \quad (9)$$

bunda:

$\alpha$  – yo'lning bo'ylama qiyaligi;

$G_1, G_2$  – avtomobilning oldingi va orqa o'qlariga tushgan og'irlik kuchlari;

$\varphi$  – ilashish koeffitsiyenti;

$Z, Z_1, Z_2$  – yo'lning g'ildiraklarga ko'rsatuvchi normal reaksiyalari;

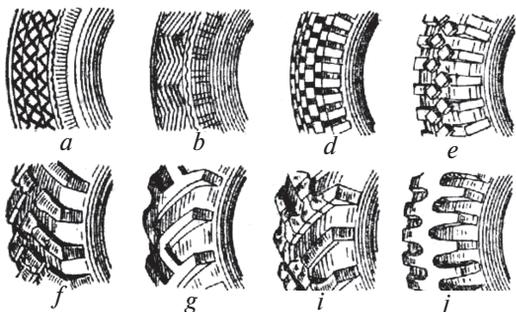
$P_\phi$  – g'ildiraklar bilan yo'l o'rtasidagi ilashish kuchi.

Ilashish koeffitsiyenti  $\phi$  fizik ma'nosi bo'yicha mexanikada qabul qilingan ishqalanish koeffitsiyentini ifodalaydi va shinning yo'l sirti bilan mexanik ilashishini hisobga oladi.

Ilashish koeffitsiyentini maxsus dinamometrik aravani tormozlaganda uni dinamometr va tros yordamida shatakka olish yo'li bilan aniqlanadi. Tormozlangan aravani sudrash uchun sarflangan  $P$  kuch va arava og'irligi  $G$  aniqlangach,  $\phi$  quyidagicha topiladi:

$$\phi = \frac{P}{G}.$$

Ilashish koeffitsiyentining qiymati yo'l va tuproqning holatiga, shina protektorining shakliga, shinaning ichki bosimiga, g'ildirakka tushgan og'irlik kuchi va hokazolarga bog'liq. Qattiq yo'llarda ilashish koeffitsiyentining qiymati shina bilan yo'l o'rtasidagi ishqalanishga hamda yo'l ustining mikronotekisligiga bog'liq. Yo'l usti namlangan bo'lsa, suv va tuproqning zarralaridan loy pardasi hosil bo'lib, ilashish koeffitsiyenti qiymati kamayadi. Shina yo'l ustida sirpanib, kontakt sirtida elementar gidrodinamik kuchlar hosil bo'lsa, suyuq ishqalanish sodir bo'lib, ilashish koeffitsiyenti minimal qiymatgacha kamayadi. Deformatsiyalanadigan yo'lda ilashish koeffitsiyentining qiymati tuproqning siljishiga ko'rsatadigan qarshiligiga va ichki ishqalanishiga bog'liq.



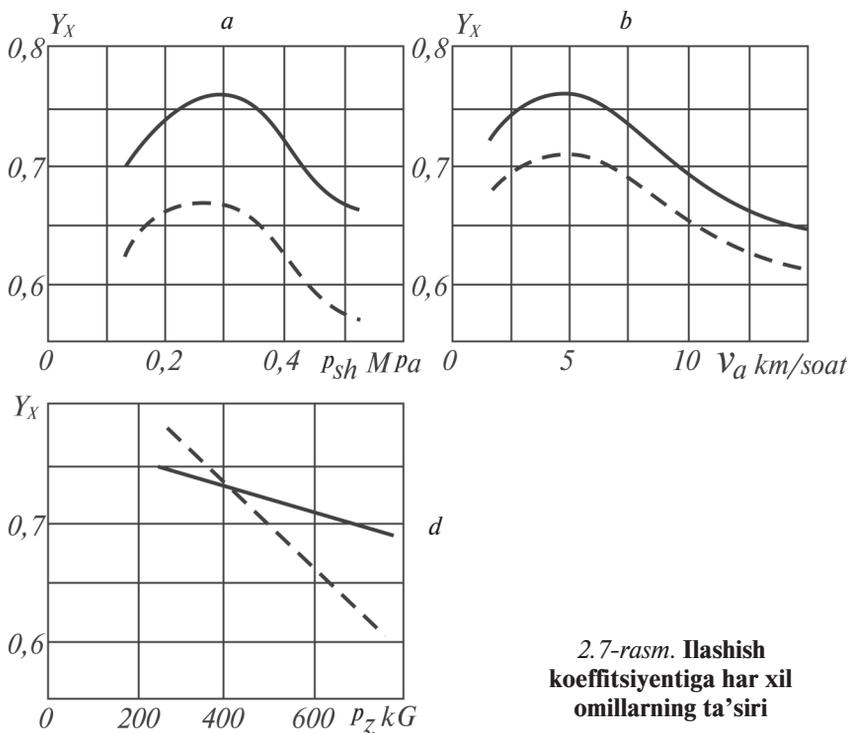
2.6-rasm. Shina protektorining rasmlari:  
*a-b* – yengil avtomobillar uchun;  
*d-j* – yuk avtomobillari uchun.

Ilashish koeffitsiyenti qiymatining katta-kichikligiga shina protektorining rasmi (naqshi) ham ta'sir etadi. Yengil avtomobillarning shinasi mayda naqshli bo'lgani uchun qattiq yo'llarda yaxshi tishlashadi. Yuk avtomobillarida shina protektori (2.6-rasm) yirik naqshli bo'lgani uchun avtomobilning yo'l

to'siqlaridan o'ta olish qobiliyati oshadi. Eksploatatsiya davrida protektor yeyiladi va shinaning ilashish qobiliyati kamayadi.

Ilashish koeffitsiyentining qiymatiga eksploatatsion omillar katta ta'sir ko'rsatadi. 2.7-rasmda turli yo'l sharoitlari uchun  $\varphi$  ning grafigi tasvirlangan (tutash chiziqlar quruq, uzoq chiziqlar esa ho'l asfaltbeton yo'lga taalluqlidir). Shinadagi ichki bosim  $p_{sh}$  ning oshishi natijasida (2.7-a rasm) ilashish koeffitsiyenti avval oshadi, keyin esa kamayib boradi.  $\varphi$  ning maksimal qiymati shu shina uchun tavsiya etilgan bosimga to'g'ri keladi. Harakat tezligi oshishi bilan (2.7-b rasm) ilashish koeffitsiyentining qiymati avval oshadi, keyin bir tekis kamayib boradi.  $\varphi$  ning maksimal qiymati 3–7 km/soat tezlikka to'g'ri keladi. Ilashish koeffitsiyenti bilan vertikal (tik) kuch o'rtasidagi munosabat to'g'ri chiziqqa yaqin bo'lib, (2.7-d rasm) og'irlik oshishi bilan  $\varphi$  ning qiymati kamayadi. Amaliy hisobda  $\varphi$  ning 2.2-jadvalda keltirilgan o'rta qiymatlaridan foydalaniladi.

Shina va yo'lning ilashishi harakat xavfsizligi uchun katta ahamiyatga ega. Ilashish koeffitsiyentining yetarli bo'lmisligi



2.7-rasm. Ilashish koeffitsiyentiga har xil omillarning ta'siri

ko‘pincha avariya larga sabab bo‘ladi. Statistika ma‘lumotlariga ko‘ra avtomobil yo‘l baxtsiz hodisalarining 16 foizi yilning namgarchilik davriga to‘g‘ri keladi, ya‘ni ilashish koeffitsiyentining kichikligi natijasida sodir bo‘ladi. Avtomobil doimiy harakat qilishi uchun uning tortish kuchi bilan yo‘lning jami qarshilik kuchi  $P_{\psi}$  o‘rtasida quyidagi tengsizlik mavjud bo‘lishi kerak:

$$P_k \geq P_{\psi}. \quad (10)$$

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

$$P_k \leq P_{\phi}. \quad (11)$$

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

$$P_{\phi} \geq P_k \geq P_{\psi}. \quad (12)$$

2.2-jadval

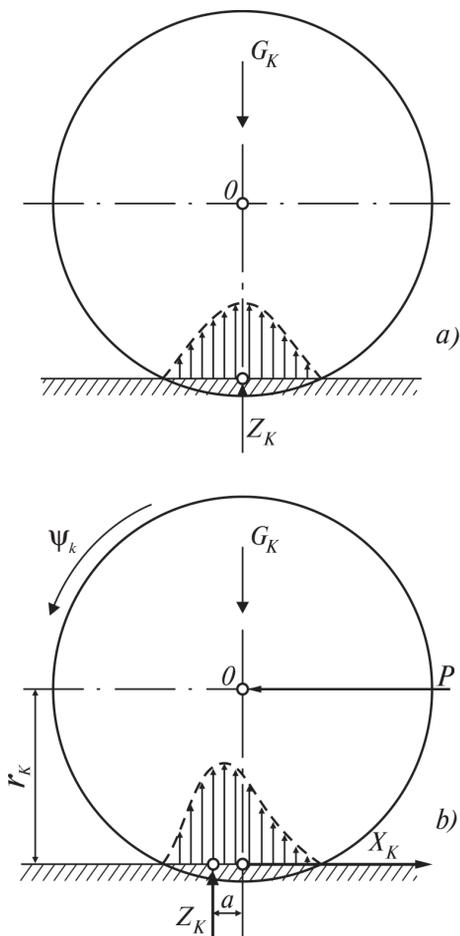
Yo‘ning tipi va holati	Ilashish koeffitsiyenti	Yo‘ning tipi va holati	Ilashish koeffitsiyenti
<b>hamma tipdagi qattiq yo‘llar:</b>		tekis muz...	0,05...0,15
quruq va toza...	0,6...0,8	<b>tuproqli yo‘l:</b>	
ho‘l va iflos...	0,3...0,5	quruq...	0,5...0,6
qor bilan qoplangan...	0,2...0,4	namlangan...	0,3...0,4
muzlagan...	0,15...0,3	bahor paytida...	0,15...0,3
		<b>qum:</b>	
		quruq...	0,2...0,3
		namlangan...	0,4...0,5
		sochiladigan qor...	0,1...0,2

## 2.6. G‘ILDIRAKNING AYLANMA-ILGARILAMA HARAKATIGA (G‘ILDIRASHIGA) QARSHILIK KUCHI

Masalani hal etishni soddalashtirish uchun elastik g‘ildirak deformatsiyalanmaydigan yo‘lda harakat qiladi, ya‘ni yo‘lning deformatsiyasi g‘ildirak deformatsiyasiga nisbatan hisobga olmaslik darajada kichik deb hisoblanadi. G‘ildirak aylanib

harakat qilganda uning elastik shinasini deformatsiyalanib, yoʻlning maʼlum yuzasiga taʼsir qiladi. Yoʻl esa aks taʼsir koʻrsatib, elementar kuchlar bilan qarshilik qiladi. Kontakt yuzasidagi elementar kuchlarning teng taʼsir etuvchisi, yoʻlning gʻildirakka reaksiyasi  $z_k$  bilan belgilanadi. Shunday qilib, yoʻl gʻildirakning harakatiga qarshilik koʻrsatadi. Bu qarshilik shinning yoʻlda gʻildirash gisterezisiga, gʻildirak izini hosil qilishga, shinning yoʻlga ishqalanishiga, gʻildirak gupchagidagi podshipniklar qarshiligi va gʻildirakning aylanishiga havoning qarshiligini yengishga sarflangan energiyadir.

2.8-*a* rasmda koʻrsatilganidek, gʻildirakka  $G_k$  ogʻirlik kuchi taʼsir etsin, lekin ilgari harakatda boʻlmasin ( $V_k = 0$ ,



2.8-rasm. Aylanma-  
ilgarilama harakat  
qilayotgan (b) va  
harakatlanmayotgan  
(a) gʻildiraklar

$\omega_k = 0$ ) deb faraz qilamiz. Shinaning deformatsiyalanishi natijasida hosil bo'lgan reaksiya  $z_k$  g'ildirak simmetriya o'qi bo'ylab  $G_k$  ga qarama-qarshi yo'naladi. Agar g'ildirak og'irlik kuchi  $G_k$  va itaruvchi kuch  $P$  ta'sirida harakat qilsa, elementar reaksiyalarning teng ta'sir etuvchisi  $z_k$  simmetriya o'qidan  $a$  masofaga harakat yo'nalishi bo'ylab siljiydi (2.8-*b* rasm). G'ildirakka ta'sir etuvchi kuchlarning  $O$  nuqtaga nisbatan muvozanat sharti quyidagicha bo'ladi:

$$\Sigma M_0 = 0; \quad z_k \cdot a - X_k \cdot r_k = 0;$$

$$X_k = z_k \cdot \frac{a}{r_k}.$$

$X_k$  reaksiyasi g'ildirakning g'ildirashiga qarshilik kuchi bo'lib,  $P_{fk}$  bilan belgilanadi:

$$P_{fk} = z_k \cdot f. \quad (13)$$

$P_{fk}$  kuchning  $z_k$  ga yoki  $a$  ning  $r_k$  ga nisbati aylanma-ildirilama harakatga (g'ildirashiga) qarshilik koeffitsiyenti  $f$  deb ataladi va u quyidagicha hisoblanadi:

$$f = \frac{P_{fk}}{z_k} \quad \text{yoki} \quad f = \frac{a}{z_k}.$$

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

$$P_f = z \cdot f \quad \text{yoki} \quad P_f = G_a \cdot f \cdot \cos \alpha. \quad (14)$$

G'ildirashga qarshilik koeffitsiyenti yo'lning holati, shinning konstruksiyasi (kord qatlami, kord iplarining soni va h.k.), shinning texnik holati, avtomobilning tezligi, shinadagi bosim va avtomobil g'ildiragining yonaki sirpanishiga bog'liqdir. G'ildirashga qarshilik koeffitsiyentining qiymatini 50–63 km/soat tezlikkacha o'zgarmas desa bo'ladi. Tezlikning oshishi natijasida shinning kontakt yuzasidagi ezilgan qismi o'z holiga qaytishga ulgurmaydi, shinadagi ichki ishqalanishi va  $f$  ning qiymati oshadi. Bu koeffitsiyent quyidagicha aniqlanadi:

$$f = f_0 \cdot \left( 1 + \frac{v_a^2}{20000} \right), \quad (15)$$

$f_0$  – avtomobil kichik (50...60 km/soat) tezlikda harakatlangandagi g‘ildirashga qarshilik koeffitsiyenti (2.3-jadval).

2.3-jadval

Yo‘lning tipi	$f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v_a^2}{20000}\right)$	f (o‘rtacha qiymati)
Asfaltbeton yoki sementbeton:		
eng yaxshi holatda...	0,012	0,012...0,018
qoniqarli holatda...	0,018	0,018...0,020
tosh yotqizilgan yo‘l ...	0,03	0,03...0,04
shag‘al yotqizilgan yo‘l...	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  $f$  koeffitsiyentining o‘rinishiga sabab bo‘ladi. G‘ildirak orqali tortuvchi moment uzatilganda shina tangensial yo‘nalishda deformatsiyalanganligi uchun  $f$  biroz 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  $f$  koeffitsiyenti to‘g‘ri proporsional bog‘langan.

G‘ildirashga qarshilik koeffitsiyentini tajriba yo‘li bilan aniqlash uchun tortuvchi avtomobil dinamometrik aravani dinamometr orqali shatakka oladi. Tajribada avtomobil tezligi 10–12 km/soat bo‘lganligi uchun havo qarshiligi hisobga olinmaydi. Dinamometr ko‘rsatgan kuch:  $P_f = G \cdot f$ . Bu tenglikdan  $f$  ni aniqlash mumkin.

G‘ildirashga qarshilik koeffitsiyentini avtomobil inersiya bilan harakatlanayotgan davrda ham aniqlash mumkin, chunki avtomobil kichik tezlikda harakatlanganda uning kinetik energiyasi faqat g‘ildirashga qarshilikni yengishga sarflanadi.

Avtomobil tepalikka yurganda  $\psi_1 = f + i$ , pastlikka yurganda esa  $\psi_2 = f - i$ , bo‘ladi. Bunda  $i$  – yo‘lning qiyaligi.

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

Avtomobilning g'ildirashga qarshilikni yengish uchun sarflangan quvvati quyidagiga teng:

$$N_f = \frac{P_f \cdot v_a}{1000} = \frac{G_a \cdot f \cdot \cos \alpha \cdot v_a}{1000}, \text{ kW.} \quad (16)$$

## 2.7. AVTOMOBILNING BALANDLIKKA CHIQUISHGA QARSHILIK KUCHI VA YO'LNING JAMI QARSHILIK KUCHI

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

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

bunda,

$\alpha$  – yo'lning gorizontallik bilan hosil qilgan burchagi.

Balandlikka chiquvchi avtomobilning og'irligi  $G_a$  ikki tashkil etuvchidan (2.1-rasmga qarang), ya'ni yo'lga parallel  $G_a \cdot \sin \alpha$  va tik chiziq  $G_a \cdot \cos \alpha$  kuchlardan iborat. Avtomobilning balandlikka chiqishga qarshilik kuchi  $P_i$  quyidagicha aniqlanadi:

$$P_i = G_a \cdot \sin \alpha. \quad (17)$$

Avtomobil balandlikka chiqayotganida  $P_i$  kuch avtomobil harakatiga qarshilik ko'rsatuvchi, pastlikka tushayotganida esa uni ilgoriga itaruvchi kuch bo'ladi. Demak, qiyalik  $i$  avtomobil balandlikka harakatlanganda musbat, pastlikka harakatlanganda esa manfiy deb qabul qilinadi. G'ildirakning gorizontallik yo'lda va balandlikka chiqishdagi g'ildirashga qarshiligi birgalikda yo'lning holati, tipi va qiyaligini ifodalaydi. Bu qarshilik kuchlari yig'indisi yo'lning jami qarshilik kuchi  $P_\psi$  ni tashkil etadi:

$$\begin{aligned} P_\psi &= P_f + P_i = G_a \cdot f \cdot \cos \alpha + G_a \cdot \sin \alpha = \\ &= G_a (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha). \end{aligned}$$

Agar yo'lning umumiy qarshilik koeffitsiyenti  $\psi = f \cos \alpha + \sin \alpha$  deb qabul qilinsa,  $P_\psi$  quyidagiga teng bo'ladi:

$$P_\psi = G_a \cdot \psi. \quad (18)$$

Avtomobilning balandlikka chiqishga qarshilik kuchini yengishga sarflangan quvvat  $N_i$  va jami qarshilikni yengishga sarflangan quvvat  $N_\psi$  quyidagicha hisoblanadi:

$$N_i = \frac{P_i \cdot v_a}{1000} = \frac{G_a \cdot v_a \cdot \sin \alpha}{1000}; \quad N_\psi = \frac{P_\psi \cdot v_a}{1000} = \frac{G_a \cdot \psi \cdot v_a}{1000}; \text{ kW.} \quad (19)$$

## 2.8. AVTOMOBILGA 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 qismida 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% ni 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 qismidagi bosimning har xilligi tufayli sodir bo'ladigan qarshilik (5–8% ni tashkil etadi).

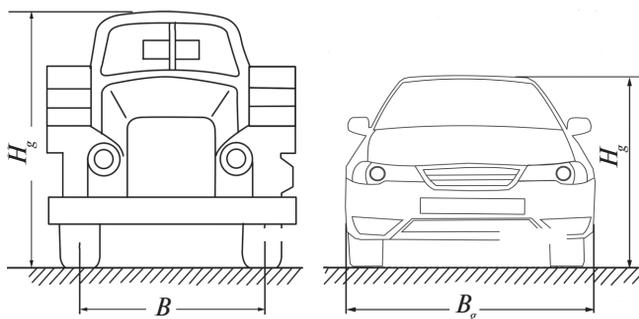
Havoning qarshilik kuchi avtomobilning har xil nuqtalariga tushganligi sababli uni aniq hisoblash qiyin. Ta'sir etuvchi elementar qarshilik kuchlarining teng ta'sir etuvchisi avtomobilga havoning qarshilik kuchi  $P_w$  deb ataladi.  $P_w$  kuch qo'yilgan nuqtani yelkanlik markazi deyiladi. Bu nuqta yo'l tekisligidan  $h_w$  balandlikda bo'ladi. Avtomobilga havoning qarshilik kuchi quyidagi empirik formuladan topiladi:

$$P_w = \frac{K \cdot F \cdot v_a^2}{13}; \quad (20)$$

bunda:  $K$  – havo qarshiligini yengish koeffitsiyenti;

$F$  – avtomobilning old yuzasidan qaralgandagi yuzi.

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



2.9-rasm.  
Avtomobillarning  
old yuzasidan  
qaralgandagi  
maydoni

Havo qarshiligini yengish koeffitsiyenti  $K$  1 m/s tezlik bilan harakatlanuvchi avtomobilning 1 m<sup>2</sup> yuzasiga havoning qarshilik kuchi bilan aniqlanadi. Avtomobilning old yuzasidan qaralgandagi yuzi  $F$  deb, avtomobilning bo'ylama o'qiga tik chiziq tekislikka tushirilgan proyeksiyasiga aytiladi. Bu yuzani aniqlash murakkab bo'lganidan uning qiymati yuk mashinalari va avtobuslar uchun quyidagicha hisoblanadi (2.9-rasm):

$$F = B \cdot H_g, \text{ m}^2;$$

yengil avtomobillar uchun esa

$$F = 0,78 \cdot B_g \cdot H_g, \text{ m}^2;$$

bunda:  $H_g$  – avtomobilning balandligi;

$B$  – ikki g'ildirak orasidagi masofa (koleyasi);

$B_g$  – avtomobilning eni.

$$W = K \cdot F$$

ifoda havo qarshiligini yengish omili deyiladi.

2.4-jadvalda avtomobilga havoning qarshilik kuchini aniqlashda zarur bo'ladigan koeffitsiyent qiymatlari berilgan.

2.4-jadval

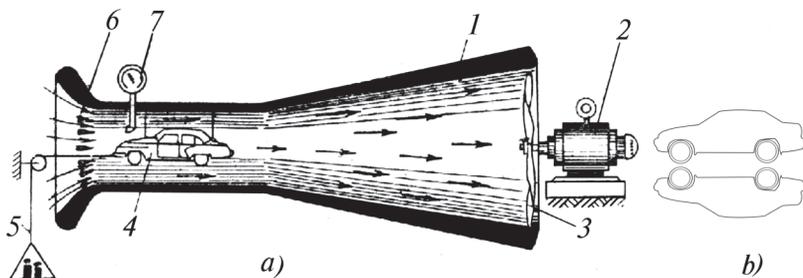
Avtomobillar	$K, \frac{N \cdot s^2}{m^4}$	$F, m^2$	$W, \frac{N \cdot s^2}{m^2}$
Yengil mashinalar:			
yopiq kuzovli...	0,2–0,35	1,6–2,8	0,3–1,0
ochiq kuzovli...	0,4–0,5	1,5–2,0	0,6–1,0
yuk mashinalar:	0,6–0,7	3,0–5,0	1,8–3,5
vagon tipidagi			
kuzovli avtobuslar...	0,25–0,4	4,5–6,5	1,1–2,6
poyga mashinalari...	0,13–0,15	1,0–1,3	0,13–0,20

Havo qarshiligini yengish koeffitsiyenti  $K$  vibeg metodi (avtomobilning yetakchi g'ildiragiga kuch ta'sir etmagandagi, ya'ni uzatmalar qutisi neytral holda bo'lgandagi harakati) yoki aerodinamik trubada avtomobil yoxud uning modelini havo haydash yo'li (2.10-*a* rasm) bilan aniqlanadi.

Aerodinamik trubada tajriba o'tkazish uchun uning ichida avtomobil yoki uning modeli 4 osib qo'yiladi. Trubaning ichiga o'rnatilgan ventilator 3 havoni yo'naltiruvchi panjara 6 orqali haydab, osib qo'yilgan modelga to'g'rilaydi. Havo oqimi modelni  $P_w$  kuch bilan o'rnidan qo'zgatishga harakat qiladi. Tarozi 5 kuch  $P_w$  ni, anemometr 7 esa havoning tezligi  $v_a$  ni aniqlaydi. Bu ma'lumotlar bo'yicha  $K$  ning qiymati topiladi.

Aerodinamik trubada haqiqiy kattalikdagi avtomobil puflansa, juda katta o'lchamli truba, ventilator va dvigatel kerak bo'ladi. Shuning uchun aerodinamik trubada avtomobilning

$\frac{1}{5} \dots \frac{1}{10}$  qismi kattaligidagi modeli puflanadi.



2.10-rasm. Avtomobilning aerodinamikasini sinash:

*a* – aerodinamik truba sxemasi;

*b* – avtomobil modellarining aerodinamik trubada joylashishi.

Aerodinamik trubada avtomobil modeliga havo oqimi har tomondan, yo'l sharoitida esa avtomobilning, asosan, ustki va yon old tomonlaridan ta'sir etadi. Shu sababli trubada bitta avtomobilni puflanganda aniqlangan  $K$  ning qiymati haqiqiy koeffitsiyentdan kichik bo'ladi. Bu kamchilikni yo'qotish uchun tajriba simmetrik joylashtirilgan ikkita model yordamida o'tkaziladi (2.10-*b* rasm).

Havo qarshiligini yengish uchun avtomobil sarflagan quvvat quyidagicha aniqlanadi:

$$N_w = \frac{P_w \cdot v_a}{1000} = \frac{K \cdot F \cdot v_a^3}{1000}, \text{ kW.} \quad (21)$$

## 2.9. AVTOMOBILNING TEZLANISHIGA QARSHILIK KUCHI (INERSIYA KUCHI)

Avtomobil faqat ilgarihlama harakat qiluvchi (kuzov, kabina, yuk) va aylanma harakatlanuvchi (g'ildirak, maxovik, tirsakli val; shesternya va vallar) massalardan iborat bo'lgani uchun uning o'zgaruvchan harakatida hosil bo'lgan inersiya kuchi  $P_{ja}$  quyidagicha topiladi:

$$P_{ja} = P_{jp} + P_{jv}; \quad (22)$$

bunda:  $P_{jp}$  – ilgarihlama harakatlanuvchi massalarning inersiya kuchi, N;

$P_{jv}$  – aylanma harakatlanuvchi massalarning inersiya kuchi, N.

Ilgarihlama harakatlanuvchi massaning inersiya kuchi:

$$P_{jp} = m \cdot j_a,$$

avtomobil uchun,  $m = \frac{G_a}{g}$ , ya'ni  $P_{jp} = \frac{G_a}{g} \cdot j_a$ , N;

bunda:  $g$  – jismning erkin tushish tezlanishi,

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ;

$m$  – avtomobilning massasi;

$j_a$  – avtomobilning chiziqli tezlanishi.

Aylanma harakatlanuvchi massalar inersiyasi:

$$P_{jv} = \frac{j_a}{r_k^2} \cdot (J_d \cdot \eta_{tr} \cdot i_{tr}^2 + J_k).$$

(22) tenglamaning qiymatlarini o'rniga qo'ysak:

$$\begin{aligned} P_{ja} &= P_{jp} + P_{jv} = \frac{G_a}{g} \cdot j_a + J_d \cdot \eta_{tr} \cdot \frac{j_a}{r_k^2} \cdot i_0^2 \cdot i_{kp}^2 + J_k \cdot \frac{j_a}{r_k^2} = \\ &= \frac{G_a}{g} \cdot j_a \left[ 1 + J_d \cdot \eta_{tr} \cdot \frac{g \cdot i_0^2 \cdot i_{kp}^2}{G_a \cdot r_k^2} + J_k \frac{g}{G_a \cdot r_k^2} \right]; \end{aligned} \quad (23)$$

agar

$$\delta_{ay} = 1 + J_d \cdot \eta_{tr} \cdot \frac{g \cdot i_0^2 \cdot i_{kp}^2}{G_a \cdot r_k^2} + J_k \cdot \frac{g}{G_a \cdot r_k^2} \quad (24)$$

deb olinsa,  $P_{ja} = \frac{G_a}{g} \cdot j_a \cdot \delta_{ay}$  bo'ladi;

bunda:

$J_d$  — dvigatelning inersiya momenti;

$\delta_{ay}$  — aylanib harakatlanuvchi massalar inersiya kuchining ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyenti;

$J_k$  — g'ildirakning inersiya momenti.

Koeffitsiyent  $\delta_{ay}$  avtomobil tezlanish yoki sekinlanish bilan harakat qilayotganda sarflangan energiyani uning hamma qismlari faqat ilgari harakat qiladi deb faraz qilingandagi energiyadan qancha katta (yoki kichik) ekanligini bildiradi.

Avtomobil tezlanish bilan harakatlanayotgan bo'lsa, uning yetakchi g'ildiragiga uzatilgan kuch tekis harakat qilganda sarflangan kuchdan katta bo'lishi kerak.

Chunki ortiqcha sarflangan kuch aylanma harakatlanuvchi va boshqa massalarning inersiyasini yengishga sarflanadi. Agar

$$\sigma_1 = J_d \cdot \eta_{tr} \cdot \frac{g \cdot i_0^2}{G_a \cdot r_k^2}$$

va

$$\sigma_2 = J_k \frac{g}{G_a \cdot r_k^2}$$

deb belgilasak, (24) formula quyidagicha yoziladi:

$$\delta_{ay} = 1 + \sigma_1 \cdot i_{kp}^2 + \sigma_2.$$

Amalda qo'llash uchun koeffitsiyentlar qiymatlarining hamma avtomobillar uchun o'rtacha qiymatlari (0,02; 0,05) aniqlangan.

## 2.10. YO'LNING NORMAL REAKSIYALARI

Gorizontal yo'lda tinch turgan avtomobilda og'irlik kuchi  $G_a$  ta'sirida  $z_1$  va  $z_2$  reaksiyalari hosil bo'lib, ularning muvozanat sharti  $\sum M_B = 0$  bo'ladi (2.11-rasm):

$$z_1 \cdot L - G_a \cdot b = 0;$$

$$z_1 = \frac{G_a \cdot b}{L}.$$

Agar g'ildirak ezilganda energiyaning bir qismi yo'qolishini hisobga olmasak, u holda

$$z_1 \approx G_1 = \frac{G_a \cdot b}{L} \quad (26)$$

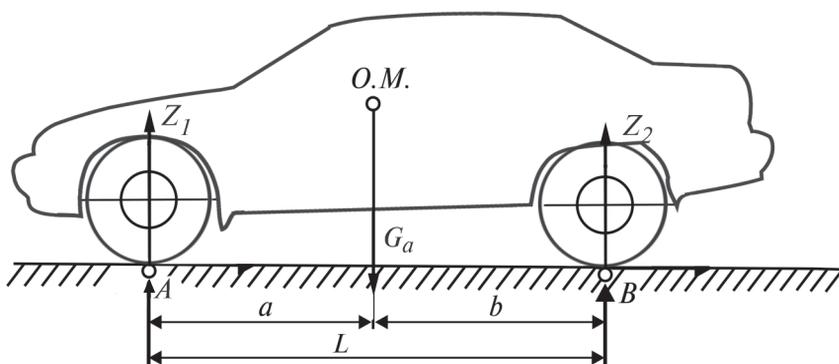
shunga o'xshash bo'ladi:

$$z_2 \approx G_2 = \frac{G_a \cdot a}{L}. \quad (27)$$

Avtomobil, umumiy hol uchun, hamma kuch va momentlar ta'sirida tezlanish bilan balandlikka harakat qilsin (2.1-rasm). Natijada uning g'ildiragiga ta'sir etuvchi yo'lning normal reaksiyalari  $z_1$  va  $z_2$  o'zgaradi, chunki avtomobil kuzovi dvigateldan yetakchi g'ildirakka uzatilgan moment, g'ildiraklarning inersiya momenti, g'ildirashga qarshilik va boshqalar ta'sirida ko'ndalang o'qqa nisbatan og'adi. Harakat vaqtidagi normal reaksiyalarni aniqlashda kuzov va o'qlar mahkam birlashtirilgan, inersion momentlar juda kichik  $M_{j1} = M_{j2} = 0$  deb faraz qilinadi.

Avtomobilning orqa o'qiga ta'sir etuvchi kuchlar momentining muvozanatlik tenglamasi:

$$z_1 L + M_{f1} + M_{f2} + P_w \cdot h_w + P_{ja} \cdot h_g + P_i \cdot h_g - z \cdot b = 0.$$



2.11-rasm. Gorizontol yo'lda harakatsiz turgan avtomobilga ta'sir qiluvchi kuch va reaksiyalar

$$z_1 = \frac{z \cdot b}{L} - \frac{M_f + P_w \cdot h_w + (P_{ja} + P_i) \cdot h_g}{L};$$

yoki

$$z_1 = \frac{G_a \cdot b \cdot \cos \alpha}{L} - \frac{P_f \cdot r_k + P_w \cdot h_w + (P_{ja} + P_i) \cdot h_g}{L}. \quad (28)$$

Ma'lumki,  $M_{f1} + M_{f2} = M_f = P_f \cdot r_k$ .

Shunga o'xshash

$$z_2 = \frac{G_a \cdot a \cdot \cos \alpha}{L} + \frac{P_f \cdot r_k + P_w \cdot h_w + (P_{ja} + P_i) \cdot h_g}{L}. \quad (29)$$

Tenglamalardan ko'rinib turibdiki, avtomobil harakatlanayotgan vaqtda yo'lining oldingi g'ildirakdagi reaksiyasi kamayadi, orqa g'ildirakdagisi esa yo'lining og'ish burchagi  $\alpha$ , avtomobilning tezlanishi va qarshilik kuchlarining oshishi bilan ortadi.

Avtomobil harakatlanayotgan vaqtda reaksiya kuchlari  $z_1$ ,  $z_2$  ning statik holatidagi  $G_1$ ,  $G_2$  og'irliklarga nisbatan necha marta kattaligini qayta taqsimlanish koeffitsiyentlari  $m_1$ ,  $m_2$  orqali aniqlash mumkin:

$$m_1 = \frac{z_1}{G_1}; \quad m_2 = \frac{z_2}{G_2}. \quad (30)$$

Avtomobil tezlanish bilan harakatlanayotgan vaqtda bu koeffitsiyentlarning maksimal qiymatlari quyidagicha bo'ladi: oldingi o'q uchun  $m_1 = 0,65-0,7$ ; orqa o'q uchun  $m_2 = 1,2-1,35$ .

Avtomobilning tormozlanishi vaqtida teskari jarayon sodir bo'lib, oldingi o'qda yo'lining reaksiyasi ortadi, orqa o'qda esa kamayadi.

## 2.11. AVTOMOBILNING HARAKAT TENGLAMASI VA UNI YECHISH USULLARI

Avtomobilning harakat tenglamasi tortish dinamikasidagi asosiy tenglama hisoblanadi. Bu tenglama avtomobilning harakat xususiyatlarini aniqlab, harakatlantiruvchi va qarshilik kuchlarini bir-biri bilan bog'laydi.

Avtomobil dinamikasining imkoniyatlari dvigatel quvvati va ilashish kuchi bilan cheklanadi, bu holda boshqa ekspluatatsion xususiyatlar kiritgan cheklanishlar hisobga olinmaydi.

Avtomobilning har xil rejimda harakat qilishiga ta'sir qiluvchi kuchlarga va ularning yo'nalishiga tezlikning o'zgarish xarakteri sabab bo'ladi.

Natijada avtomobil tortish kuchi ta'sirida, tortish kuchi ta'sir etmaganda esa tormozlash kuchi ta'sirida harakat qilishi mumkin.

Bu rejimlarning har birida avtomobil tekis, tezlanuvchan, yoki sekinlanuvchan harakat qilishi mumkin. Avtomobil yuqoriga tezlanish bilan harakatlanayotgan vaqtda unga ta'sir etuvchi kuch va momentlar 2.1-rasmda ko'rsatilgan. Endi hamma kuchlarning yo'l sathiga proyeksiyasini aniqlaymiz:

$$X_2 - X_1 - P_{ja} - P_i - P_w = 0, \quad (31)$$

bunda  $X_1$ ,  $X_2$  – oldingi va orqa o'qlardagi urinma reaksiyalar. Olingan tenglama avtomobilning harakat tenglamasi deyiladi.

Bu tenglamani yechib avtomobil dinamikasining ko'rsatkichlarini, masalan, gorizontal yo'lda erishishi mumkin bo'lgan maksimal tezlik va shunga mos dinamik omilni, yuqori va pastki uzatmalarda yengish mumkin bo'lgan yo'lning umumiy qarshiligini va boshqalarni aniqlash mumkin.

Harakat tenglamasidagi kuchlarni tezlik bilan bog'lovchi aniq formulalar yo'qligi sababli bu tenglama umumiy ko'rinishda yechish ko'p mehnat talab qiladi.

Avtomobilning harakat tenglamasi kuchlar balansi va uning grafigi, momentlar balansi va uning grafigi, dinamik xarakteristika va pasport grafiklar kabi xususiy usullar bilan yechiladi.

## II bobga doir masalalar

1. Dvigatelning quvvati  $N_d = 25$  kW bo'lib, avtomobil transmissiyasida qarshiliklarni yengish uchun uning  $N_{tr} = 3$  kW qismi sarflanadi.

Transmissiyaning f.i.k.  $\eta_{tr}$  ni aniqlang.

Yechish:

$$\eta_{tr} = 1 - \frac{N_{tr}}{N_d} = 1 - \frac{3}{25} = 1 - 0,12 = 0,88.$$

2. Avtomobilning yetakchi g'ildiragiga uzatilgan quvvat 82 kW bo'lib, transmissiyaning f.i.k. 0,9 bo'lsa, dvigatelning quvvatini aniqlang.

Javob:  $N_d = 91$  kW.

3. Avtomobil 0,8 m/s<sup>2</sup> tezlanish bilan harakatlanadi. Radiusi 0,34 m bo'lgan g'ildirakning burchak tezlanishini aniqlang.

Javob:  $\varepsilon_k = 23,5$  radian/s<sup>2</sup>.

4. G'ildirakning g'ildirashiga qarshilik kuchi 950 N, avtomobilning umumiy og'irligi 45400 N, g'ildirashga qarshilik koeffitsiyentini aniqlang.

Javob:  $f = 0,0210$ .

5. Avtomobilning old yuzasidan qaragandagi yuzi 1,5 m<sup>2</sup>, havo qarshiligini yengish koeffitsiyenti 0,4  $\frac{\text{N} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^4}$ , tezligi 90 km/soat. Havoning qarshilik kuchini aniqlang.

Javob:  $P_w = 375$  N.

6. Og'irligi 28000 N bo'lgan avtomobil 0,42 m/s<sup>2</sup> tezlanish bilan to'g'ri uzatmada harakatlanadi. Avtomobilning tezlanishiga qarshilik kuchini aniqlang.

Javob:  $P_{ja} = 1300$  N.

### ***Nazorat savollari***

- 1. Avtomobilga ta'sir etuvchi kuch va momentlarni aytib bering.*
- 2. Avtomobil transmissiyasining vazifasi va unga qanday agregat va uzellar mansub?*
- 3. Transmissiyada isrof bo'lgan quvvatni aniqlash mumkinmi?*
- 4. Barabanli stendning tuzilishi, vazifasi va ish jarayonini aytib bering.*
- 5. Avtomobil g'ildiragidagi tortish kuchi grafigini chizib ko'rsating.*
- 6. G'ildirakning aylanma-ilgarilama harakatiga qarshilik kuchining paydo bo'lish sababini tushuntirib bering.*
- 7. Avtomobilning balandlikka chiqishga qarshilik kuchini tushuntirib bering.*
- 8. Avtomobil aerodinamikasini aniqlash uskunalarini bilasizmi?*

### III bob. AVTOMOBILNING TORTISH DINAMIKASI

---

#### 3.1. AVTOMOBILGA TA'SIR ETUVCHI KUCHLAR BALANSI VA UNING GRAFIGI

Avtomobilning harakat tenglamasidagi yetakchi g'ildirak urinma reaksiyasi  $X_2$  ning o'zgaruvchan harakat uchun qiymati:

$$X_2 = P_k - \frac{J_m \cdot \eta_{tr} \cdot i_{tr}^2 + J_k}{r_k^2} \cdot j_a - P_{f_2}.$$

Oldingi g'ildirak yetakchi bo'lmaganda  $i_{tr} = 0$ ;  $P_k = 0$ ,

$$X_1 = -\left(\frac{J_k}{r_k^2} j_a + P_{f_1}\right). \quad X_2, X_1 \text{ qiymatlar avtomobilning harakat}$$

tenglamasiga qo'yilsa va  $P_{f_1} + P_{f_2} = P_f$  ni hisobga olib, ba'zi bir o'zgarishlar kiritilsa, kuchlar balansi tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$P_k - P_i - P_f - P_{ja} - P_w = 0$$

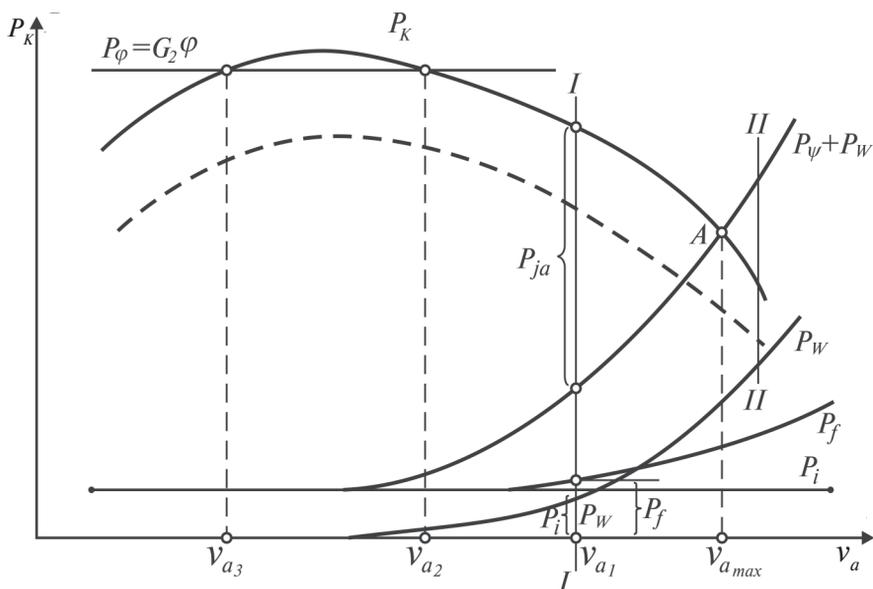
yoki

$$P_k = P_i + P_f + P_{ja} + P_w. \quad (32)$$

Bu tenglama *kuchlar (tortish) balansi* tenglamasi deyilib, grafigi 3.1-rasmda ko'rsatilganidek tasvirlanadi. Bu grafikda  $P_k$  ning bir uzatma uchun o'zgarish chizig'i ko'rsatilgan. (32) tenglamaning o'ng tomonidagi funksiyalarning qiymatlari grafikda ko'rsatiladi.

Hosil bo'lgan chiziqlar grafik usulda qo'shilsa,  $P_\psi + P_w$  chizig'i hosil bo'ladi. Uning  $P_k$  chizig'i bilan kesishgan nuqtasi ( $A$  nuqta) avtomobilning maksimal tezlik qiymatini ko'rsatadi,  $P_{ja}$  ordinatasi esa tortish kuchining sarflanmagan qismi bo'lib, avtomobilga tezlanish berish uchun zarur.

Kuchlar balansi grafigi avtomobil tekis harakatining dinamik ko'rsatkichlarini aniqlash uchun kerak. Maksimal tezlik  $P_k$  va  $P_\psi + P_w$  chiziqlari kesishish nuqtasining absissasi bilan aniqlanadi. Bu vaqtda zaxira tortish kuchi bo'lmaydi va tezlanish ham nolga teng. Agar  $P_k$  chizig'i umumiy qarshilik



3.1-rasm. Avtomobilning kuchlar balansi grafigi

chizig'idan pastda, ya'ni  $P_k < P_\psi + P_w$  bo'lsa (II-II kesim), avtomobil faqat sekinlanish bilan harakat qiladi.

Avtomobil  $v_a$  tezlik bilan harakatlanayotganda  $P_i$  ning qiymatini topish uchun uning ordinatasi masshtabga ko'paytiriladi. Boshqa kuchlar qiymati ham shunday aniqlanadi.

Kuchlar balansi grafigi yordamida yetakchi g'ildirakning shataksiramaslik xossasini tekshirish mumkin. Ilashish koefitsiyentining biror qiymati uchun  $P_\phi = G_2 \cdot \phi$  topilib, 3.1-rasmda ko'rsatilganidek gorizontaal chiziq o'tkaziladi.  $P_k < P_\phi$  sharti  $v_{a2}$  tezligidan katta, lekin  $v_{a3}$  tezligidan kichik qiymatlarda bajariladi va bunda g'ildirak shataksiramasdan harakatlanadi.  $v_{a3} - v_{a2}$  diapazonda  $P_k > P_\phi$  bo'lgani uchun yetakchi g'ildirak shataksirab harakatlanadi. Agar  $P_k > P_\phi$  bo'lsa, ya'ni nazorat nuqtalar  $v_{a2}$  va  $v_{a3}$  tezliklarga to'g'ri kelsa, avtomobil noturg'un harakatda bo'ladi. Agar avtomobil  $P_\phi$ , ilashish kuchiga ega bo'lib, unga pastki uzatmalar qo'shilsa,  $P_k \gg P_\phi$  bo'lgani uchun avtomobil harakatlanish xususiyatini yo'qotadi. 3.1-rasmda ko'rsatilgan uzatma tezlikning hamma diapazonida harakat qilishi uchun drossel-zaslonkani biroz yopib  $P_k$  ning qiymatini kamaytirish kerak.

Avtomobilning harakat tenglamasida hamma kuchlar shartli ravishda musbat qiymatda olingan. Aslida, harakatning xarakteriga qarab (tezlanish, sekinlanish, balandlikka yoki pastlikka harakatlanish)  $P_i$ ,  $P_{ja}$  kuchlar avtomobil harakatiga yoki yordam berishi yoxud qarshilik qilishi mumkin. Shuning uchun avtomobil balandlikka harakatlansa  $+P_i$ ,  $+P_{ja}$ , pastlikka harakatlansa  $-P_i$ ,  $-P_{ja}$ , deb olinadi.

### 3.2. AVTOMOBILGA TA'SIR ETUVCHI KUCHLAR QUVVATINING BALANSI VA ULARNING GRAFIGI

Avtomobilning dinamik xususiyatlarini tahlil qilish va uning ko'rsatkichlarini aniqlash uchun yetakchi g'ildirakka berilgan tortish quvvati harakatlanishga qarshiliklarni yengish uchun zarur bo'lgan quvvat bilan taqqoslanadi. Kuchlar balansi tenglamasiga o'xshash quvvatlar balansi tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$N_k = N_i + N_f + N_{ja} + N_w$$

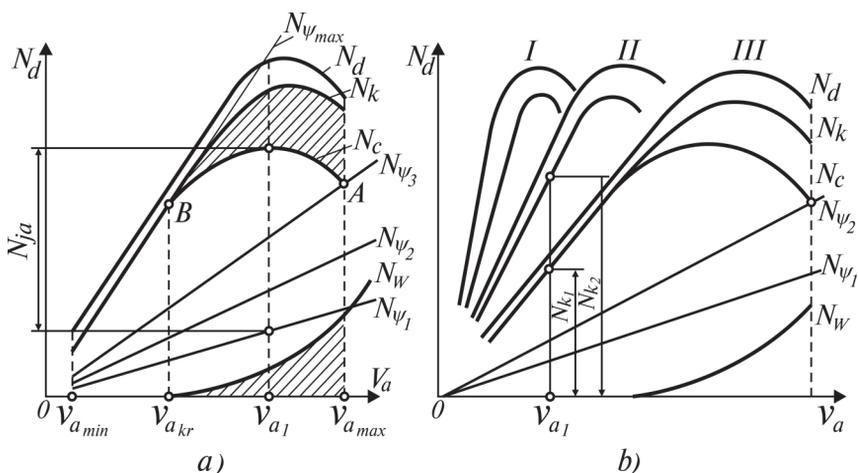
yoki

$$N_d = \frac{N_k}{\eta_t} = \frac{N_i}{\eta_t} + \frac{N_f}{\eta_t} + \frac{N_{ja}}{\eta_t} + \frac{N_w}{\eta_t}. \quad (33)$$

Tenglamani yoyib yozsak quyidagi ko'rinishga keladi:

$$N_k = \frac{G_a \cdot v_a \cdot \sin \alpha}{1000} + \frac{G_a \cdot v_a \cdot f \cos \alpha}{1000} + \frac{W v_a^3}{1000} + \frac{G_a \cdot v_a \cdot \delta_{ay} \cdot j_a}{1000g}.$$

Avval (33) tenglamaning grafik yechimini avtomobil biror uzatmada harakatlanayotgan hol uchun ko'rib chiqamiz.  $N_d - v_a$  koordinatalar tizimida dvigatel effektiv quvvatining  $N_d$  grafigini quramiz (3.2-a rasm). Agar  $N_d$  ning qiymatidan transmissiyasidagi qarshilikni yengishga sarflangan quvvat  $N_{tr}$  ning qiymatini olib tashlansa, yetakchi g'ildirakdagi quvvat  $N_k$  kelib chiqadi.  $N_{tr}$  ning qiymati tajriba yo'li bilan aniqlanadi yoki formula orqali hisoblanadi. Grafikning pastki qismida  $N_w = f(v_a)$  va  $N_\psi = f(v_a)$  chiziqlar ko'rsatiladi.  $N_\psi = f(v_a)$  ning grafigini chizishda  $f = \text{const}$  deb faraz qilinadi. Sarflanmagan quvvat  $N_c = N_k - N_w$  hisoblanib, u yo'l qarshiligini yengish va avtomobilga tezlanish berish uchun sarflanadi.  $N_\psi$  va  $N_c$



3.2-rasm. Avtomobilning quvvatlar balansi grafigi

grafining chiziqlari kesishgan  $A$  nuqtada avtomobil maksimal tezlikka erishadi.  $N_{\psi}$  ning qiymatini oshirib borilsa,  $N_c$  ga urinma bo'lgan  $B$  nuqtani topish mumkin. Bu nuqtada avtomobil kritik  $V_{a\ kr}$  tezlikka ega bo'ladi. Bundan tashqari, grafik yordamida har bir qarshilikni yengish uchun sarflangan quvvatni aniqlash mumkin. Quvvatlar balansining grafigi hamma uzatmalar uchun qurilsa, uzatmalar soniga qarab chiziqlar ko'payadi (3.2-*b* rasm). Bu rasmdan ko'rinib turibdiki, avtomobil bir xil yo'ldan har xil uzatmada harakatlenganda dvigatel quvvatining ishlatilish rejimi har xil bo'ladi va u dvigatel quvvatidan foydalanish darajasi  $I$  bilan aniqlanadi.

*Dvigatel quvvatidan foydalanish darajasi* deb, dvigatelning avtomobil tekis harakat qilishi uchun zarur bo'lgan quvvatining drossel-zaslanka to'la ochiq paytidagi quvvatiga bo'lgan nisbatiga aytiladi:

$$I = \frac{N_{\psi} + N_W + N_{tr}}{N_d} 100\%.$$

$I$  ning qiymati yo'lning holatiga, avtomobilning tezligiga, transmissiyaning uzatish soniga bog'liq. Yo'lning jami qarshilik koeffitsiyenti va avtomobilning tezligi qanchalik kichik hamda  $i_{tr}$  qanchalik katta bo'lsa, dvigatel quvvatidan foydalanish darajasi shunchalik kichik bo'ladi. Masalan, avtomobil  $v_{a1}$  tezlik bilan III uzatmada harakatlansa,  $I$  ning qiymati xuddi shu

tezlik avtomobil II uzatmada harakatlengandagi dvigatel quvvatidan foydalanish darajasidan yuqori bo‘ladi. Chunki III uzatmada bir xil qarshiliklarni yengish uchun sarflangan quvvatning miqdori II uzatmadagidan kam bo‘ladi.

### 3.3. AVTOMOBILNING DINAMIK OMILI

Kuch va quvvatlar balansi grafiklarini amalda qo‘llash ancha qiyin, chunki  $v_a$  ning qiymati o‘zgarishi bilan  $f$  ham o‘zgaradi va uning har bir qiymati uchun grafiklarni qayta qurish zarur bo‘ladi, shuningdek, har xil og‘irlikka ega bo‘lgan avtomobillarning dinamikasini solishtirish mumkin emas.

Akademik Y.A. Chudakov taklif etgan dinamik xarakteristika grafigi ko‘rsatilgan kamchiliklardan xoli, ya’ni tortish kuchi bilan havoning qarshilik kuchi ayirmasining avtomobil og‘irligi  $G_a$  ga nisbati avtomobilning dinamik omili deb ataladi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$D_a = \frac{P_k - P_w}{G_a} = \frac{M_d \cdot \eta_{tr} \cdot i_{tr}}{r_k \cdot G_a} - \frac{W \cdot v_a^2}{13 \cdot G_a}. \quad (34)$$

$D_a$  ning qiymati avtomobil konstruksiyasiga bog‘liq va uni har bir konkret model uchun aniqlash mumkin. Kichik uzatmalarda  $P_k$  ning qiymati katta va  $P_w$  ning qiymati kichik bo‘lganida dinamik omilning qiymati katta bo‘ladi.

Dinamik omilni avtomobilning harakat sharoiti bilan bog‘lash uchun kuchlar balansi tenglamasidagi  $P_w$  ni tenglamaning chap tomoniga o‘tkazamiz va o‘ng tomonidagi ifodani  $G_a$  ga bo‘lamiz, ya’ni:

$$D_a = \frac{P_\psi + P_{ja}}{G_a} = \frac{G_a \cdot \psi}{G_a} + \frac{\frac{G_a}{g} \cdot \delta_{ay} \cdot j_a}{G_a}$$

yoki

$$D_a = \psi + \frac{j_a}{g} \cdot \delta_{ay}, \quad (35)$$

bunda  $\delta_{ay}$  – aylanma harakatlanuvchi massalar ta’siri koeffitsiyenti.

Agar avtomobil tekis harakat qilsa, uning tezlanishi nolga teng boʻladi, natijada avtomobilning dinamik omili  $v_a$  max tezlik bilan harakatlangandagi yoʻlning umumiy qarshiligi  $\psi_{v \max}$  ga teng.

Turli uzatmalarda dvigatel toʻla yuklama bilan ishlaganda dinamik omil bilan tezlik oʻrtasidagi grafik bogʻlanish *avtomobilning dinamik xarakteristikasi* deyiladi (3.3-rasm).

Bu grafikni qurish uchun tirsakli valning  $n_{d \min}$ ,  $n_{d \max}$  aylanishlar chastotalari oraligʻini 8...10 ta teng boʻlakka boʻlinadi. Har bir uzatmada tirsakli valning aylanishlar chastotasi uchun tezlik qiymatlari topiladi. Dvigatelning tashqi tezlik xarakteristikasidan  $M_d$  ning qiymatlarini aniqlab, har bir uzatma uchun  $D_a$  ning qiymati (34) formuladan topiladi.

Dinamik xarakteristika grafigi yordamida avtomobilning qarshiliklarni yenga olish qobiliyatini aniqlash, bir xil tipdagi va turli ogʻirlikdagi avtomobillarning dinamikasini taqqoslash mumkin.

Endi avtomobilning dinamik xarakteristikasini koʻrib chiqamiz (3.3-a rasm). Tahlil uchun yoʻlning umumiy qarshiligi turlicha boʻlgan I-I, II-II kesimlarni koʻrib chiqamiz. Quyidagi tengsizlik sharti bajarilsa, avtomobil harakat qilish qobiliyatiga ega boʻladi:

$$P_\varphi \geq P_k \geq P_\psi .$$

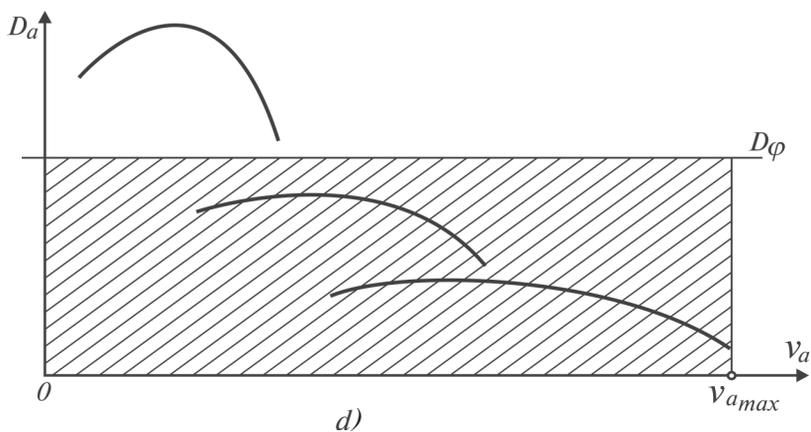
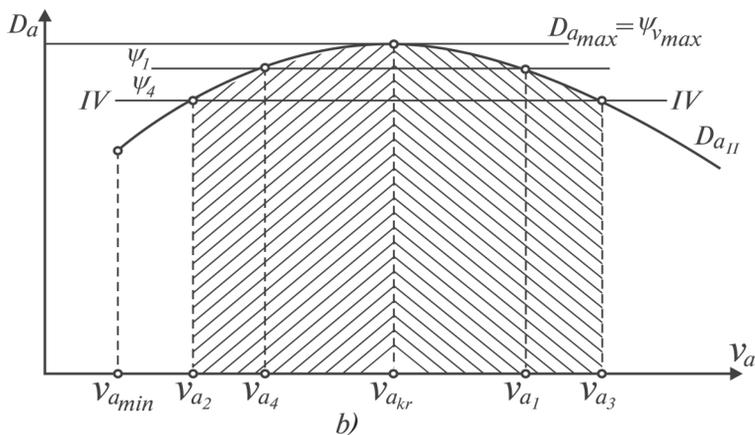
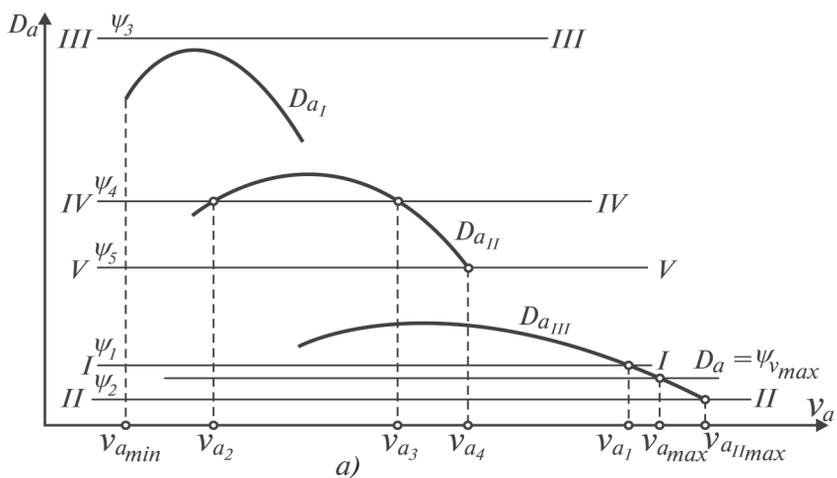
Bu tengsizlikni hadma-had  $G_a$  ga boʻlsak,

$$D_\varphi \geq D_a \geq D_\psi . \quad (36)$$

Avtomobil harakat qilish qobiliyatiga ega boʻlishi uchun [(36) tengsizlik] uning dinamik omili  $D_a$  yoʻlning umumiy qarshiligidan katta yoki unga teng, ilashish qobiliyati boʻyicha dinamik omili  $D_\varphi$  dan kichik yoki unga teng boʻlishi zarur. Mulohazalarni shu asosda olib boramiz.

I–I kesim:  $D_a > \psi_1$  da hamma nuqtalar uchun avtomobil I-II–III uzatmalarda  $v_{a1}$  tezliklar diapazonida harakat qilishi mumkin. III uzatmada avtomobil  $v_{a1}$  dan  $v_{a \max}$  gacha tezliklar diapazonida sekinlanib harakatlanadi.

II–II kesim: avtomobil hamma uzatmalarda tezlikning  $v_{a \min}$  –  $v_{a \max}$  diapazonida harakat qilishi mumkin. Uchinchi



3.3-rasm. Avtomobilning dinamik xarakteristikasi

uzatmada  $D_{aIII} \gg \psi_2$  bo'lganligi uchun, avtomobil  $v_{aII \max}$  tezligiga ega bo'ladi.

III—III kesim:  $D_{aI \max} < \psi_3$  bo'lgani uchun, avtomobil bu yo'lda hech qanday uzatmada ham harakat qila olmaydi. Birinchi uzatmada ketayotgan avtomobil shu yo'lga tushib qolsa, harakati sekinlashib, to'xtab qoladi.

IV—IV kesim: yo'lning ushbu qarshiligi dinamik omilini ikki nuqtada kesib o'tadi. Avtomobil I uzatmada bemaol harakat qiladi, II uzatmaning  $v_{a2} - v_{a3}$  tezliklar diapazonida harakat qilish shartini to'laroq ko'rib chiqamiz.

V—V kesim: avtomobil I, II uzatmalarda,  $D_{aI} > D_{aII} > \psi_5$  bo'lgani uchun  $v_{a4}$  tezlik diapazonida bemaol harakatlanishi mumkin.  $D_{a \max} = \psi_{\max}$  nuqtada esa (3.3-b rasm) avtomobil kritik  $V_{a \text{ kr}}$  tezlikka ega bo'ladi. Avtomobil ma'lum uzatmada, drossel-zaslonkaning ma'lum bir ochiq holatida harakatda bo'lsin. Avtomobil  $\psi_1$  qarshilikka ega bo'lgan yo'ldan  $v_{a1}$  tezlikda harakatlanayotgan vaqtda yo'lning umumiy qarshiligi  $\psi_4$  bo'lsa, avtomobilning tezligi oshib,  $v_{a3}$  ga teng bo'ladi. Dinamik omil esa  $D_{a4} = \psi_4$  bo'lguncha kamayadi, natijada avtomobil  $v_{a3}$  tezlik bilan tekis harakat qila boshlaydi. Agar umumiy qarshiligi  $\psi_4$  bo'lgan yo'ldagi harakatda qo'shimcha qarshilik mavjud bo'lsa, tezlik kamayib dinamik omil ortib boradi va  $D_a = \psi_1$  bo'lganda tezlikning qiymati  $v_{a1}$  bo'lib, ortishdan to'xtaydi.

Demak,  $v_{a \text{ kr}}$  dan katta tezliklarda  $\psi$  o'zgarishidan qat'i nazar, avtomobilning turg'un harakat holati avtomatik ravishda ushlab turiladi va u turg'un harakat diapazoni hisoblanadi.

Agar avtomobil  $v_{a \text{ kr}}$  yoki undan kichik  $v_{a2}$  tezlik bilan harakatlansa, yo'lda hosil bo'lgan  $\psi_1$  qarshilik  $\psi_1 > \psi_4$  bo'lgani uchun tezlanishni kamaytirishi va dinamik omilni oshirishi kerak. Grafikdan dinamik omil va tezlikning oshganligini ko'rish mumkin.

Shunday qilib, tezlik  $V_{a2} - V_{a \text{ kr}}$  diapazonida, yetakchi g'ildirakka qo'shimcha kuch berilmasa, avtomobilning turg'un harakat qilishi mumkin emas.

Bu hol bo'lmasligi uchun haydovchi dinamik omilni oshirish maqsadida uzatmalarga kichik uzatmani qo'shadi, natijada

avtomobilning harakat turg'unligi saqlanib qoladi. Xulosa qilib aytganda,  $v_a > v_{a\text{ kr}}$  da harakat turg'un,  $v_a < v_{a\text{ kr}}$  da esa noturg'un bo'ladi. Shuning uchun  $v_{a\text{ kr}}$  tezligi tortish shartlari bo'yicha kritik tezlik deb ataladi.

Dinamik xarakteristika grafigida yana bir masalani ko'rib chiqish zarur. Yetakchi g'ildirak shataksiramasdan g'ildirashi uchun  $P_{k\text{ max}} \leq P_\varphi$  sharti bajarilishi kerak.

Ilashish hisobga olgandagi dinamik omil  $D_\varphi$ :

$$D_\varphi = \frac{P_k - P_w}{G_a} = \frac{P_\varphi - P_w}{G_a} = \frac{G_2 \cdot \varphi - P_w}{G_a}. \quad (37)$$

Agar  $P_w = 0$  bo'lsa,  $D_\varphi = \frac{G_2}{G_a} \cdot \varphi$  bo'ladi.

Bunda  $G_2$  – avtomobilning orqa o'qiga tushgan og'irlik;  
 $\varphi$  – ilashish koeffitsiyenti.

Avtomobilning yetakchi g'ildiraklari shataksiramasdan harakatlanishi uchun  $D_\varphi > D_a$  shart bajarilishi kerak. Bu shart 3.3-d rasmda ko'rsatilganidek grafikning shtrixlangan qismida bajariladi.

### 3.4. AVTOMOBILNING DINAMIK PASPORTI

Avtomobildan foydalanish davrida uning umumiy og'irligi avtomobilga ortilgan yuk vazniga qarab o'zgaradi. Bu esa uning dinamik omil qiymatini o'zgartiradi, natijada avtomobil vaznining har bir o'zgarishiga ayrim dinamik xarakteristika grafigi chizish kerak bo'ladi. Buni esa amalda ishlatish noqulay bo'ladi.

N.A. Yakovlev dinamik xarakteristika grafigining bu kamchiligini yo'qotish uchun uni massalar nomogrammasi bilan to'ldirishni taklif etdi. Dinamik xarakteristikaning absissa o'qini chappa uzaytirib 25%, 50%, 75%, 100% nuqtalar belgilanadi. Vaznlar shkalasining boshlanish nuqtasidan  $D_a$  ga parallel va avtomobilga yuk orilmagan vaqtdagi uning dinamik omili  $D_0$  ordinatasi o'tkaziladi.

Avtomobil og'irligi  $G_a$  dan  $G_0$  gacha o'zgarganda  $D_0$  ning qiymati va masshtabi quyidagicha topiladi:

$$D_0 = D_a \cdot \frac{G_a}{G_0}; \quad m_{D_0} = m_{D_a} \cdot \frac{G_a}{G_0}; \quad (38)$$

bunda  $G_0$  – harakatlanishga tayyor avtomobilning vazni;

$D_0$  – yuksiz harakatlanayotgan avtomobilning dinamik omili;

$m_{D_a}$ ,  $m_{D_0}$  – to‘la yuklangan va yuklanmagan avtomobil dinamik omilining masshtabi.

$m_{D_a}$  masshtabi avvaldan ma’lum bo‘lgani uchun formulaga  $G_a$ ,  $G_0$  larning qiymatlarini qo‘yilsa,  $m_{D_0}$  aniqlanadi.

$D_{a1}$ ,  $D_{a2}$  ... qiymatlariga mos  $D_{01}$ ,  $D_{02}$ , ... qiymatlar aniqlanib  $m_{D_0}$  masshtabida ordinataga qo‘yiladi. Bir xil qiymatga ega 0,05–0,05; 0,1–0,1 ... qiymatli dinamik omillar to‘g‘ri chiziq bilan tutashtiriladi.

3.4-rasmda chizilgan grafikning chap tomonidagi tutash chiziqlar *massalar nomogrammasi* deyiladi.

U avtomobilning umumiy vazni o‘zgarganda dinamik omilning qanday o‘zgarishini, natijada qanday qarshiliklarni yenga olishini ko‘rsatadi.

Lekin bu shart avtomobilning harakatlanishi uchun yetarli emas, shuning uchun yetakchi g‘ildirakning shataksirash shartlarini ko‘rib chiqish zarur.

Dinamik omil formulasidan foydalanib, g‘ildirak bilan yo‘l orasida ilashish mavjudligi sababli avtomobilning ilashish bo‘yicha dinamik omilini aniqlash mumkin:

$$D_{\varphi_2} = \varphi \cdot \frac{G_2}{G_a} \text{ – avtomobilning orqa g‘ildiraklari yetakchi;}$$

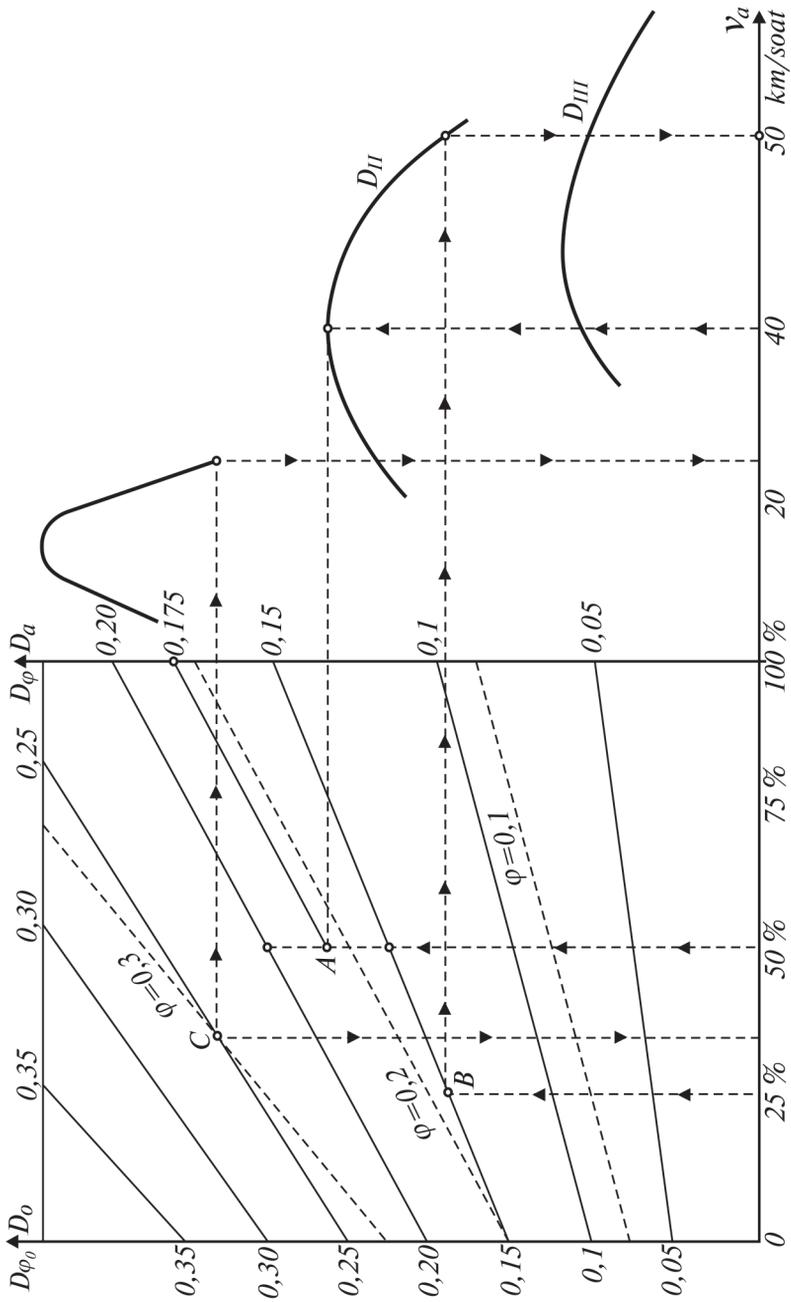
$$D_{\varphi_1} = \varphi \cdot \frac{G_1}{G_a} \text{ – oldingi g‘ildiraklar yetakchi;}$$

$$D_{\varphi} = \varphi \text{ – hamma g‘ildiraklar yetakchi.}$$

Bunda  $D_{\varphi_1}$ ,  $D_{\varphi_2}$ ,  $D_{\varphi}$  – faqat oldingi g‘ildiraklari, orqa g‘ildiraklari va hamma g‘ildiraklari yetakchi to‘la yuklangan avtomobilning ilashish sharti bo‘yicha dinamik omili.

$G_1$ ,  $G_2$  – avtomobilning oldingi va orqa g‘ildiraklariga to‘g‘ri kelgan og‘irlik.

Avtomobil g‘ildiraklarining shataksiramaslik shartini aniqlash uchun  $D_{\varphi}$  bilan avtomobilning vazni o‘rtasidagi bog‘lanishni, ya’ni yetakchi g‘ildirakning shataksirashini nazorat qilish grafigi chiziladi.



3.4-rasm. Avtomobilning dinamik pasporti

Grafik avtomobil har xil og'irlikda bo'lganda va ilashish koeffitsiyenti o'zgariganda uning ilashish bo'yicha dinamik omili o'zgarishini ko'rsatadi va u quyidagicha quriladi.

$D_a$  ordinatasiga avtomobil to'la og'irlikka ega bo'lgandagi ilashish bo'yicha dinamik omil  $D_\varphi$ ,  $D_0$  ordinatasiga esa yuki bo'lmagan avtomobilning ilashish bo'yicha dinamik omili  $D_{\varphi 0}$  qiymat qo'yiladi.  $D_{\varphi 0}$  ning qiymati quyidagicha topiladi.

$$D_{\varphi 0_2} = \varphi \frac{G_{0_2}}{G_0}; \quad D_{\varphi 0_1} = \varphi \frac{G_{0_1}}{G_0}; \quad D_{\varphi 0} = \varphi. \quad (40)$$

Bunda  $D_{\varphi 0_1}$ ,  $D_{\varphi 0_2}$ ,  $D_{\varphi 0}$  – faqat oldingi g'ildiraklari, orqa g'ildiraklari va hamma g'ildiraklari yetakchi, yuklanmagan avtomobilning ilashish sharti bo'yicha dinamik omili.

$G_{0_1}$ ,  $G_{0_2}$  – yuklanmagan avtomobilning oldingi va orqa g'ildiraklariga to'g'ri kelgan og'irlik.

Masshtablar quyidagicha aniqlanadi:  $m_{D_a} = m_{D_\varphi}$ ;  $m_{D_0} = m_{D_{\varphi 0}}$ .

$D_\varphi$ ,  $D_{\varphi 0}$  qiymatlar ilashish koeffitsiyenti  $\varphi$  ning 0,1; 0,2 ..., 0,7 qiymatlari uchun hisoblanadi va masshtabda  $D_a$ ,  $D_0$  ordinalariga qo'yilib, punktir to'g'ri chiziq bilan birlashtiriladi.

Qurilgan grafik avtomobilning shataksirashini nazorat qilish grafigi deyiladi. Dinamik xarakteristika, massalar nomogrammasi va g'ildirakning shataksirashini nazorat qilish grafigi birgalikda *dinamik pasport* deyiladi.

Dinamik pasportdan foydalanib, ekspluatatsiyada uchraydigan masalalarni yechish mumkin. Masalan,  $H = 25\%$  va  $\psi = 0,15$  bo'lsa ( $B$  nuqta)  $v_a = 50$  km/soat bo'ladi. Agar  $v_a = 40$  km/soat,  $H = 50\%$  bo'lsa,  $\psi$ ,  $\varphi$  qiymatlarni aniqlash kerak. Izlangan  $A$  nuqta  $\psi$  va  $\varphi$  larning qiymatlarini aniqlashda interpolatsiya usulidan foydalanamiz.  $\varphi$  ning qiymati 0,15; ... 0,20 o'rtasida bo'lsa,  $\psi = 0,175$ . Ilashish koeffitsiyenti  $\varphi = 0,22$ . Agar avtomobil  $\psi = 0,25$ ,  $\varphi = 0,3$  yo'ldan harakatlanayotgan bo'lsa, uning yuki  $H = 34\%$  va tezligi  $v_a = 25$  km/soat bo'ladi.

### 3.5. AVTOMOBILNING TEZLANA OLISHI

Avtomobilning harakati tekis va o'zgaruvchan (tezlanuvchan yoki sekinlanuvchan) bo'lishi mumkin. Shaharda ekspluatatsiya qilinuvchi avtomobillar uchun tekis harakat

umumiy ish vaqtining 15–25% ini, tekis tezlanuvchan harakat 30–45% ini va g'ildirakka tortishish kuchi ta'sir etmagan holdagi hamda tormozlanish rejimidagi harakatlar 30–40% ini tashkil qiladi.

O'zgaruvchan harakatdagi avtomobil dinamikasi uning tezlanish qiymati hamda tezlikning ma'lum intervalda o'zgarishi uchun zarur yo'l va vaqt bilan o'lchanadi. Dinamik omil formulasidan tezlanish  $j_a$  ning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$j_a = (D_a - \psi_v) \frac{g}{\delta_{ay}}, \quad (41)$$

bunda  $\psi_v$  – avtomobilga to'g'ri uzatmada yengishi mumkin bo'lgan yo'lning umumiy qarshiligi;

$\delta_{ay}$  – aylanib harakat qiluvchi massalar ta'siri koeffitsiyenti.

Dinamik omilning har bir uzatma va unga taalluqli bo'lgan hamma tezliklari uchun qiymatlari aniq,  $\psi_v$  ning qiymati esa berilgan.

Aylanib harakatlanuvchi massalar koeffitsiyenti  $\delta_{ay}$  har bir uzatma uchun quyidagicha topiladi:

$$\delta_{ay I} = 1,04 + 0,04 \cdot i_{kp I}^2;$$

$$\delta_{ay II} = 1,04 + 0,04 \cdot i_{kp II}^2;$$

$$\delta_{ay III} = 1,04 + 0,04 \cdot i_{kp III}^2,$$

bunda  $i_{kp I}$ ,  $i_{kp II}$ ,  $i_{kp III}$  – I, II, III uzatmalardagi uzatish soni.

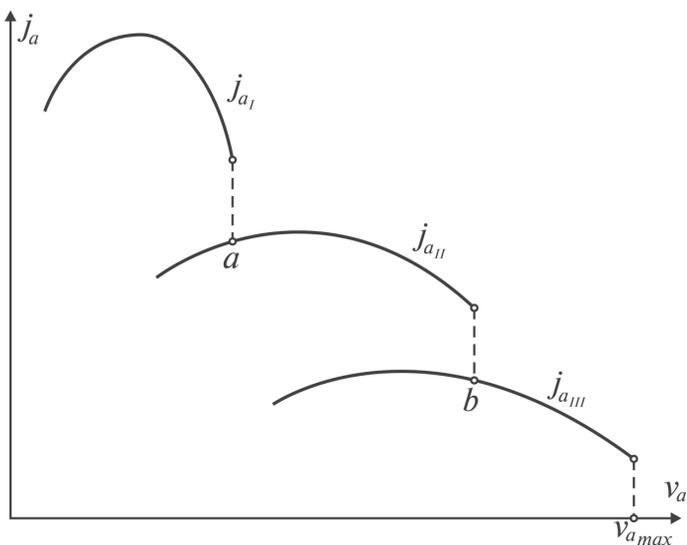
Avtomobilning uzatmalar qutisi uchta uzatmali bo'lsa, uning bir uzatmadagi tezlanishi quyidagicha bo'ladi:

$$j_{aI} = (D_{aI} - \psi_v) \frac{g}{\delta_{ayI}};$$

$$j_{aII} = (D_{aII} - \psi_v) \frac{g}{\delta_{ayII}};$$

$$j_{aIII} = (D_{aIII} - \psi_v) \frac{g}{\delta_{ayIII}}.$$

Dinamik omil har bir uzatmaning 8–10 xil tezlik qiymati uchun aniqlanganligi sababli, barcha uzatmalar uchun ham tezlanishning shuncha qiymati aniqlanadi, natijada avto-



3.5-rasm. Avtomobilning tezlanish grafigi

mobilning tezlanish grafigi hosil bo‘ladi (3.5-rasm). Avtomobilning har bir uzatmadagi maksimal tezlanishi maxsus asbob – *akselerometr* bilan o‘lchanadi.

3.5-rasmda ko‘rsatilgan  $a$ ,  $b$  nuqtalar uzatmadan-uzatmaga o‘tish uchun eng qulay hisoblanadi. Chunki bu nuqtalardagi tezlanishning qiymatlari qo‘shni uzatmalarning tezlanish qiymatlariga yaqin. Avtomobil shig‘ovi maxsus asboblardan bilan jihozlangan avtomobilda, yo‘lning gorizontal qismida o‘lchab aniqlanadi. Avtomobil minimal tezlik bilan ketayotganda, haydovchi drossel pedaliga jadal bosadi va avtomobil maksimal tezlikka erishguncha, pedalni ushlab turadi.

Shu vaqtda iloji boricha uzatmadan-uzatmaga tez o‘tish kerak. Avtomobilning tezligi, o‘tilgan yo‘l va vaqt maxsus datchiklar yordamida otsillograf tasmaiga yozib olinadi. Tasmani tahlil qilib, o‘tilgan yo‘l va vaqt aniqlanadi.

Tezlanish o‘zgarib borgan vaqtdagi o‘tilgan  $s$  yo‘l va vaqt  $T$  ni analitik usulda hisoblash ko‘p vaqt talab qilganligi sababli ular tezlanish grafigidan aniqlanadi. Tezlanish o‘zgargandagi vaqtni aniqlash uchun tezlanishning  $j_a = f(v_a)$  grafigidan (3.6-rasm) foydalaniladi. Grafikda birinchi uzatma uchun tezlanish  $v_{a \min}$  dan boshlanadi.  $0 - v_{a \min}$  intervalida tezlanishning oshishi ilashish muftasining yetakchi va yetaklanuvchi disklarida sirpanib aylanishi

bilan xarakterlanadi, tezlanish esa oʻrtacha qiymatga ega boʻladi. Minimal va maksimal tezliklar orasi teng boʻlaklarga boʻlinadi. ( $AB, BC, CD\dots$ ). Absissa oʻqi chapga davom ettirilib,  $O$  nuqtadan 20...30 mm masofada  $p$  qutb belgilanadi.  $A$  nuqtadan vertikal va koordinatalar boshi  $O$  bilan tutashtiruvchi chiziqlar oʻtkaziladi.  $Oa'$  masofa teng ikkiga boʻlinib, uning oʻrtasidan  $OA$  bilan kesishguncha tik chiziq oʻtkaziladi. Hosil boʻlgan nuqta absissa oʻqiga parallel koʻchirilib, ordinata oʻqi bilan uchrashish nuqtasi  $I$  aniqlanadi.

Aniqlangan  $I$  nuqta  $p$  qutb bilan tutashtiriladi. Koordinata boshi  $O$  dan  $p1$  chizigʻiga tik chiziq tushiriladi va  $Aa'$  bilan kesishguncha davom ettiriladi.  $b''$  nuqta ham shu usulda topiladi, lekin u  $a''$  dan  $p2$  chizigʻiga tushirilgan tik chiziqning  $Bb''$  bilan uchrashgan nuqtasida boʻladi.  $v_{a \max}$  dan pastga oʻtkazilgan tik chiziqning kesishish nuqtalari aniqlanadi. Olingan  $a'', b'' c'' \dots$  nuqtalar siniq chiziq bilan birlashtirilib, izlangan grafik hosil qilinadi. Vaqt ordinatasi  $T$  uchun masshtab

$$m_t = \frac{m_{v_a}}{3,6 \cdot OP \cdot m_{j_a}}, \frac{s}{mm}$$

boʻladi, bunda  $m_t, m_{v_a}, m_{j_a}$  – vaqt, tezlik va tezlanish masshtablari.

Tezlanish oʻzgarganda yoʻl grafigi ham yuqorida koʻrsatilgandek chiziladi, lekin bunda  $Op = 0$  boʻladi (3.7-rasm).

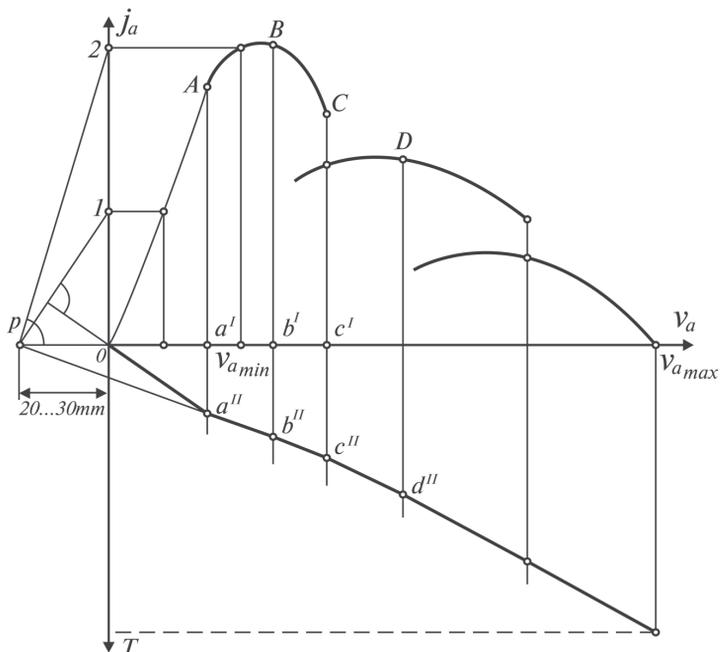
S ordinatasi uchun masshtab quyidagicha topiladi:

$$m_s = \frac{(m_{v_a})^2}{13 \cdot m_{j_a}}, \frac{m}{mm};$$

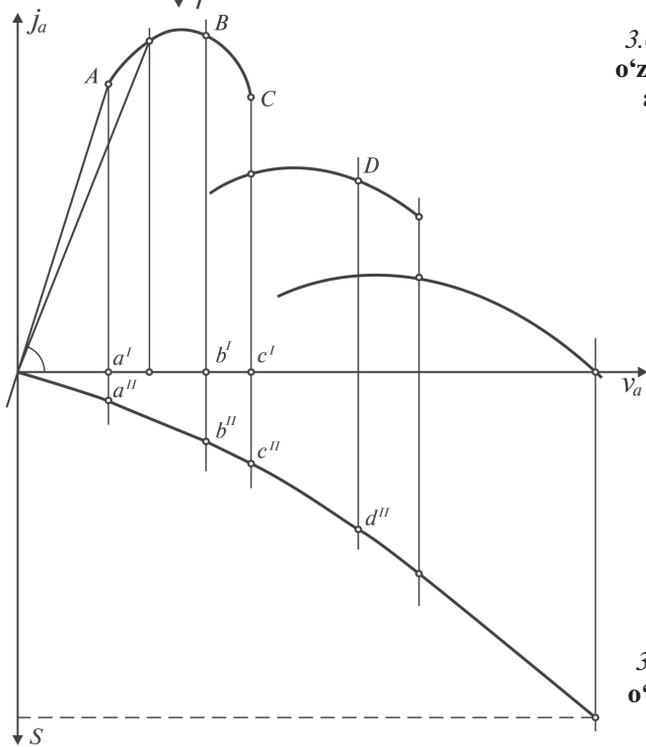
bu yerda  $m_s$  – yoʻl masshtabi.

### 3.6. AVTOMOBILNING SHIGʻOV BILAN BALANDLIKKA CHIQISHI

Avtomobil gʻildirakdagi tortish kuchi hisobiga va shigʻov bilan harakatlanish vaqtida yigʻilgan kinetik energiya hisobiga balandlikka koʻtarilishi mumkin. Qiyaligi kam va uzun balandliklarga avtomobil faqat tortish kuchi yordamida koʻtariladi, qiyaligi katta va qisqa balandliklarga esa, ham tortish kuchi,



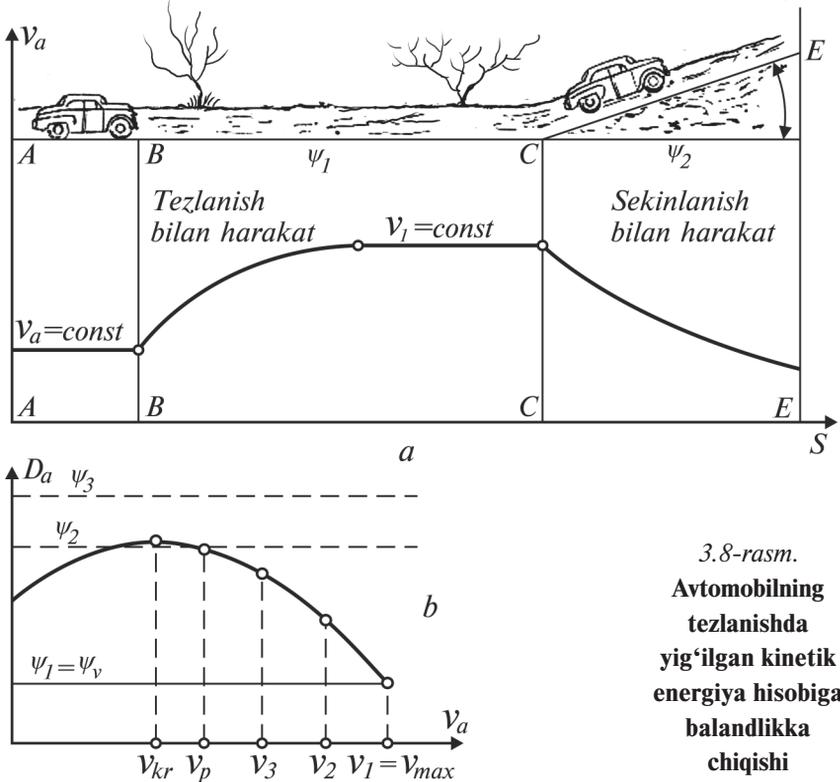
3.6-rasm. Tezlanish o'zgargandagi vaqtni aniqlash grafigi



3.7-rasm. Tezlanish o'zgargandagi yo'lni aniqlash grafigi

ham kinetik energiya hisobiga ko‘tariladi. Avtomobilning shig‘ov bilan balandlikka chiqish ko‘rsatkichi uning  $v_{a \max}$  tezlik bilan  $L_n$  uzunlikdagi tepalikka chiqa olishini tavsiflaydi.  $L_n$  uzunlikni eksperimental yo‘l bilan aniqlash uchun avtomobil  $\psi_1$  qarshilikka ega bo‘lgan  $AC$  uchastkaning (3.8-rasm)  $B$  nuqtasida tezligini oshira borib, balandlik boshlangan  $C$  nuqtada maksimal tezlikka erishadi.  $CE$  uchastkada  $\psi_2 > \psi_1$  qarshiligi ta‘sirida avtomobilning tezligi kamayadi. Amalda  $L_n$  ni aniqlashning bu usuli qiyin bo‘lgani uchun dinamik xarakteristika grafigidan foydalaniladi.

Faraz qilaylik: avtomobil  $AC$  uchastkada balandlik etagiga maksimal tezlik bilan yaqinlashsin. Avtomobil balandlikka chiqa boshlagan yo‘lning umumiy qarshilik koeffitsiyenti  $\psi_1$  dan  $\psi_2$  gacha ortadi. Dinamik ko‘rsatkichlarni aniqlash uchun dinamik xarakteristika chizig‘i (3.8-b rasm) uchastkalarga bo‘linadi va har bir intervaldagi tezlanish, yo‘l, vaqt qiymatlari aniqlanadi.



3.8-rasm.  
Avtomobilning tezlanishda yig‘ilgan kinetik energiya hisobiga balandlikka chiqishi

Agar balandlikka chiqishdagi  $\psi$  koeffitsiyent  $D_{a \max}$  ga teng yoki undan kichik bo'lsa, avtomobilning oxirgi tezligi  $\psi_2$  chizig'ining  $D_a$  bilan kesishgan  $V_{kr}$  nuqtasida bo'ladi. Tezlik  $V_{kr}$  qiymatgacha kamaygandan so'ng harakat tekis bo'lib qoladi. Agar  $\psi_2 > D_{a \max}$  bo'lsa, tezlik kritik tezlikdan ham kamayib ketadi. Avtomobil to'xtamasligi uchun uzatmalar qutisiga pastki uzatmani qo'shish zarur.

### 3.7. AVTOMOBILNING YETAKCHI G'ILDIRAKLARIGA TORTISH KUCHI TA'SIR ETMAGANDAGI HARAKATI (NAKAT BILAN HARAKATLANISHI)

Avtomobilni ekspluatatsiya qilish vaqtida uning yetakchi g'ildiraklariga tortish kuchi ta'sir etmagan holdagi harakati ko'p uchraydi. Bu harakat (nakat) ayniqsa, mos ravishda to'xtab, yana tezlanish oladigan avtomobillarda (avtobus va marshrutli taksi harakati) hamda yo'l balandlik va pastliklardan iborat bo'lganda qo'llaniladi. Bunday harakatda dvigatel yetakchi g'ildiraklardan uziladi, natijada burovchi moment nolga tenglashadi.

Nakat vaqtida avtomobil dinamik xossalarning ko'rsatkichlari qattiq gorizontol yo'lda aniqlanadi. Avtomobil ma'lum tezlikda tekis harakatlana boshlaganidan so'ng ilashish muftasi va uzatma ajratiladi hamda avtomobilning tezligi, yo'li va vaqti asboblari yordamida qayd etiladi.

Nakatdagi dinamik xossa ko'rsatkichlarini hisoblash uchun avtomobilning harakat tenglamasini quyidagicha yozish kerak:

$$-\frac{G_a}{g} \cdot \delta_n \cdot j_a = P_i + P_j + P_w + P_{x.x}, \quad (42)$$

bunda  $P_{x.x}$  — yetakchi g'ildiraklarga keltirilgan ishqalanish kuchining transmissiya yuklamasiz ishlagandagi qiymati.

$\delta_n$  — dvigatel transmissiyadan ajratilganda aylanma harakatlanuvchi massalar ta'siri koeffitsiyenti.

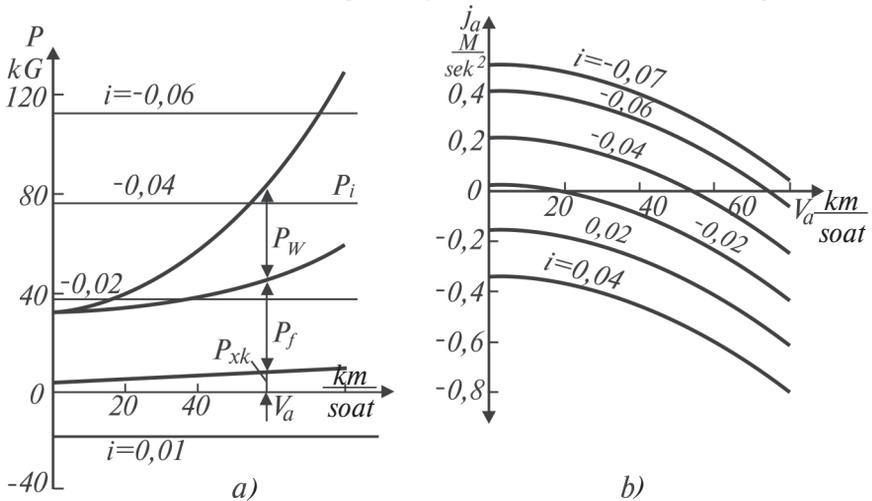
(42) tenglamani yechish uchun  $P - v_a$  koordinatalar tizimiga  $P_{x.x}$ ,  $P_f$ ,  $P_w$  qarshilik kuchlarini qo'yib chiqamiz (3.9-rasm). Qiyaliklarning bir qancha qiymati uchun  $P_1, P_2, P_3, P_4$  lar hisoblanib grafikka tushiriladi, agar  $P_i$  manfiy

bo'lsa, absissa o'qidan yuqoriga, musbat bo'lsa, pastga chiziladi. Grafiklardan quyidagicha foydalaniladi. Masalan,  $v_{a \max}$  ni aniqlash uchun  $P_i$  to'g'ri chizig'ining umumiy qarshiliklar yigindisini ko'rsatuvchi chiziq bilan kesishgan nuqtasi topiladi. O'rta hisobda  $\delta_H = 1,05$  qabul qilinib, (42) tenglamadan sekinlanish qiymatini aniqlash mumkin:

$$j_a = -\frac{P_i + P_f + P_w + P_{x.x}}{G_a \cdot \delta_H} \cdot g \approx -9,3 \frac{P_i + P_f + P_w + P_{x.x}}{G_a}, \frac{m}{s^2}.$$

3.9-b rasmda  $i$  ning har xil qiymatlari uchun  $j_a$  topilgan. Avtomobil balandlikka harakatlansa,  $j_a$  ning qiymatlari absissa o'qidan pastga joylashadi. Demak, bu uchastkada avtomobilning yetakchi g'ildiraklariga kuch ta'sir etmasdan harakatlansa, qarshilik ko'p bo'lgani uchun uning harakati sekinlashadi. Avtomobil biroz qiya pastlikka harakat qilayotgan bo'lsa, uning harakatini ko'rsatuvchi chiziq absissa o'qi bilan kesishadi. Bu vaqtda harakatlantiruvchi  $P_{xx}$ ,  $P_w$ ,  $P_f$  kuchlar qarshilik kuchlariga tenglashadi va avtomobil tekis harakat qiladi.

Tezlanishning qiymatlari aniq bo'lsa, avtomobilning nakat bilan harakatlanish vaqtini va yo'lini aniqlash mumkin. Amalda nakat bilan harakatlanishdagi avtomobilning dinamik xossalari tavsiflash uchun eng oddiy usul – avtomobil to'xtaguncha



3.9-rasm. Avtomobil g'ildiragiga tortish kuchi ta'sir etmagandagi harakat

o'tgan masofadan foydalaniladi. Bu masofa avtomobil shassisining texnik holatini ham aniqlab beradi. Nakat bilan qanchalik uzoq masofa o'tilsa, shassisning texnik holati shunchalik yaxshi bo'ladi.

Avtomobilning nakat bilan harakatlanishini tajriba yo'li bilan aniqlash oson bo'lganidan bu usul yo'lining qarshilik koeffitsiyenti  $\psi$  ni va qiyaligini aniqlashda foydalaniladi. Agar yo'l gorizontal bo'lmasa, tajriba  $A$  nuqtadan  $B$  ga va bunga teskari yo'nalishda harakatlangan holatda o'tkaziladi. Ikkala yo'nalishda ham tajriba boshlangan tezlik bir xil bo'lishi kerak. Avtomobil balandlikka harakatlenganda yo'lining umumiy qarshiligi  $\psi_1 = f + i$ , pastlikka harakatlenganda esa  $\psi_1 = f - i$ , bo'ladi. Ikkala tenglikdan  $f = 0,5 (\psi_1 + \psi_2)$  ni va  $i = 0,5 (\psi_1 - \psi_2)$  ni aniqlash mumkin.

### **3.8. EKSPLOATATSIYADA UCHRAYDIGAN OMILLARNING TORTISH DINAMIKASIGA TA'SIRI**

Avtomobilning nazariy yoki tajriba yo'li bilan aniqlangan dinamik ko'rsatkichlari uning ayrim sharoitdagi harakatlari uchun mosdir. Masalan, yo'l to'g'ri va tekis bo'lsa, uning umumiy qarshiligi  $\psi$  o'zgarmaydi, harakatni o'zgartiruvchi 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 texnik holati va ishlash sharoitining o'zgarishi sabab bo'ladi.

Avtomobilning texnik holati deb, uning transport ishini bajarishiga tayyorligi, ya'ni mexanizm, agregat va asboblarning texnik ekspluatatsiya qoidalari ko'rsatilgan normalarga muvofiqligi tushuniladi. Avtomobil uzoq vaqt ishlatilganda detallarining yeyilishi, sozlanishining o'zgarishi va h.k. lar uning texnik holatini yomonlashtiradi, natijada avtomobilning ekspluatatsion xususiyati o'zgaradi. Porshen guruhi detallarining yeyilishi, 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, dvigatelning quvvati ancha

kamayadi. Agar yondirish payti juda ilgari lab ketsa, dvigatelda detonatsiya boshlanadi.

Dvigatel quvvatining o'zgarishi avtomobil tortish dinamikasini yomonlashtiradi.

Ekspluatatsiya davrida avtomobil shassisining texnik holati yomonlashadi, mexanizmlar sozi tez buziladi. Masalan, bosh uzatma podshipniklari qattiq tortilgan bo'lsa yoki konussimon shesternyalarning ilashishi 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 ta'mir 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 xususiyatining yomonlashishiga sifatsiz yonilg'i va moyning ishlatilishi sabab bo'ladi.

Siqish darajasi katta bo'lgan dvigatellarda kichik oktan 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 silindrlarga 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 iqlimli sharoitda ekspluatatsiya qilinsa, dvigatel qizib ketadi, silindrlarning havo siyrakligidan yonilg'i bilan to'lishi yomonlashadi, yonilg'i uzatish tizimida, trubalarda bug' pufakchalari hosil bo'ladi.

Ko'rsatilgan omillar dvigatelning effektiv quvvatini kamaytiradi, natijada avtomobilning dinamikasi yomonlashadi. Avtomobil konstruksiyasidagi afzalliklar uning texnik holati yaxshi

bo'lgandagina tortish dinamikasiga ijobiy ta'sir etishi mumkin. Shuning uchun avtomobilning agregat va uzellarini o'z vaqtida texnik ko'rikdan o'tkazib turish lozim.

### III bobga doir masalalar

1. Og'irligi 13000 N bo'lgan avtomobil 80 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda. Yo'lning qiyaligi  $3^\circ$ , g'ildirashga qarshilik koeffitsiyenti 0,015, g'ildirak radiusi 0,34 m, havo qarshiligini yengish omili  $0,8 \frac{N \cdot s^2}{m^2}$ . Yetakchi g'ildirakka uzatilgan burovchi moment aniqlansin.

Javob: 456 N·m.

2. Yuk avtomobilining yetakchi g'ildiragiga uzatilgan quvvat 18,4 kW. Avtomobil 25 km/soat tezlik bilan tepalikka harakatlanayotgan bo'lsa, yo'lning umumiy qarshilik koeffitsiyentini aniqlang. Avtomobil og'irligi 68000 N.

Javob:  $\psi = 0,0397$ .

3. Og'irligi 30000 N bo'lgan avtomobil 75 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda, uning yetakchi g'ildiragidagi kuch 1200 N. Agar havo qarshiligini yengish omili  $0,35 \frac{N \cdot s^2}{m^2}$  bo'lsa, avtomobilning dinamik omilini aniqlang.

Javob:  $D_a = 0,035$ .

### Nazorat savollari

1. Avtomobilga ta'sir etuvchi kuchlar balansi nimalarni bildiradi?
2. Quvvatlar balansi grafigidan foydalanib qanday masalalarni yechish mumkin?
3. Kuchlar va quvvatlar balansi grafiqlari qaysi jihatlari bilan bir-biridan farqlanadi?
4. Dvigatel quvvatidan foydalanish darajasi qanday ta'riflanadi?
5. Avtomobilning dinamik omilini tushuntirib bering.
6. Avtomobilning dinamik pasporti nima uchun kerak?
7. Avtomobilning shig'ov bilan balandlikka chiqishi amalda qanday bajariladi?
8. Qanday ekspluatatsion omillar avtomobilning tortish dinamikasiga faol ta'sir qiladi?

## **IV bob. AVTOMOBILNING TORMOZLANISH DINAMIKASI**

---

### **4.1. AVTOMOBILNING TORMOZLANISH XUSUSIYATLARI O'LGHAGICHLARI**

Avtomobilning tormozlanishi vaqtida uni harakatlantiruvchi kuch issiqlik energiyasiga aylanib atmosferaga tarqaladi, shuning uchun bunda foydali ish bajarilmaydi.

Tormozlanish tizimining effektivligi avtomobilni aniq boshqarishni va harakat xavfsizligini ta'minlaydi. Tormozlanish dinamikasi tormozlanish vaqti va yo'li kabi o'lgchagichlar bilan xarakterlanadi, shuning uchun bu ekspluatatsion xususiyat harakat xavfsizligi bilan chambarchas bog'liq.

Harakatdagi avtomobilning kinetik energiyasi  $E$  quyidagicha aniqlanadi:

$$E = \frac{mv_a^2}{2} = \frac{G_a}{g} \cdot \frac{v_a^2}{2}.$$

Agar og'irligi  $G_a = 11100 \text{ N}$  bo'lgan *Neksiya* avtomobili  $v_a = 100 \text{ km/soat}$  tezlik bilan harakat qilayotgan bo'lsa, uning kinetik energiyasi  $E = 435630 \text{ N}$  bo'ladi.

Harakatdagi avtomobilning kinetik energiyasini kamaytirish uchun tormozlanish tizimi effektiv va aniq ishlashi zarur.

Tortish balansidan quyidagi tenglik ma'lum:

$$P_k = P_i + P_f + P_w + P_{ja}.$$

Tormozlanish davrida  $P_k = 0$  bo'lgani uchun  $-P_{ja} = P_\psi + P_w$  deb yozish mumkin.  $P_\psi$ ,  $P_w$  lar qarshilik kuchlari bo'lib, avtomobilning kinetik energiyasini so'ndirib uni to'xtatadi.

Avtomobilning tormozlanishi vaqtida tenglamaning yangi tashkil etuvchilari qo'shiladi va quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$P_{ja} = P_\psi + P_w + P_t + P_{td} + P_{xx}; \quad (43)$$

bunda  $P_t$  – avtomobilning tormozlanish kuchi.

Bu tenglamada  $P_{ja}$  inersiya kuchi avtomobilni ilgarilatishga, o'ng tomondagi kuchlar esa qarama-qarshi yo'nalib, uni to'xtatishga intiladi. Demak, tormozlanish mexanizmidan tashqari yo'lning umumiy qarshilik kuchi  $P_{\psi}$ , shamolning qarshiligi  $P_w$ , dvigateldagi ishqalanish kuchi  $P_{id}$  va transmissiyani yuklamasiz aylantirish uchun sarflangan kuch  $P_{xx}$  avtomobilni to'xtatishga yordam beradi.

Avtomobilni ekspluatatsiya qilish davrida haydovchi tormozlashning ikki usulidan foydalanadi:

1. Transmissiyani dvigateldan ajratmasdan (bu vaqtda ilashish muftasi va uzatmalar qutisi uzilmaydi). Haydovchi drossel pedalidan oyog'ini olib, tormoz pedalini bosadi, natijada yetakchi g'ildiraklar transmissiya orqali dvigatelning tirsakli valini majburiy aylantiradi, silindr ichida hosil bo'lgan ishqalanish kuchi va tormozlanish mexanizmi hosil qilgan kuch hisobiga avtomobil to'xtaydi.

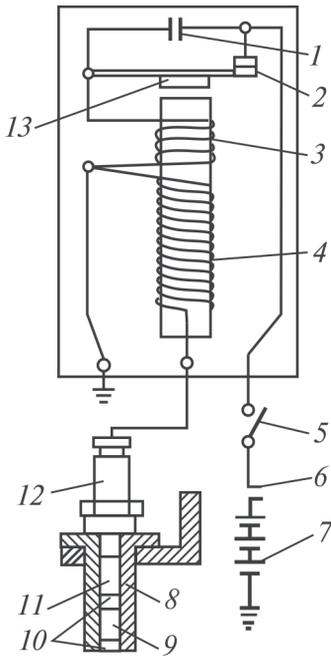
2. Dvigatel transmissiyadan ajratilganda (ilashish muftasi va uzatmalar qutisi uzilgan) avtomobil faqat tormozlanish mexanizmi hosil qilgan kuch hisobiga to'xtaydi.

Tormozlanish vaqtida tormoz pedalini bosish kuchi, pedalni bosish tezligi va boshqalar ta'sirida avtomobil har xil qiymatdagi sekinlanishga ega bo'lishi mumkin. Tormozlanishlarning deyarli 95% ida sekinlanish  $j_a = 1,5 \dots 4,5 \text{ m/s}^2$ , favqulodda tormozlanishda esa  $j_a = 7,5 \dots 9,0 \text{ m/s}^2$  ga yetishi mumkin.

Shunday ekan, avtomobilning tormozlanish xususiyatlari qanday o'lhagichlar bilan baholanadi, uning ko'rsatkichlari nima bilan va qanday aniqlanadi degan savol tug'iladi.

Tormozlanish dinamikasining o'lhagichlari sifatida tormozlanish masofasi  $S_t$  (m), vaqt  $t_T$  (sek) va sekinlanish  $-j_a$  ( $\text{m/s}^2$ ) lardan foydalaniladi. Tormozlanish xususiyatlarini to'la yuklangan avtomobilni tekis yo'lning to'g'ri va gorizontal uchastkalarida maksimal intensivlik bilan tormozlab aniqlanadi. Sinash vaqtida shinadagi bosim normal, protektor naqshining balandligi 50% dan ortiq yeyilmagan bo'lishi kerak.

Tormozlanish masofasi maxsus pistolet (4.1-rasm) yordamida aniqlanadi. Pistolet uzgichli yondirish g'altigidan iborat bo'lib, uning yuqori 4 va past 3 kuchlanishli simlari bor. Uzgich 5 tormoz pedalidagi kontaktlar 6 va pistolet zanjirini ulaydi. Kondensator 1 kontaktlar 2 ajralganda hosil bo'ladigan uch-



4.1-rasm. Tormozlash yo'lini aniqlash uchun mo'ljallangan maxsus pistolet

qunni kamaytirish uchun xizmat qiladi. Pij 10 porox va bo'yoqni patronda ushlab turadi. Tormoz pedali bosganda kontakt 6 lar ulanib, tok akkumulatorlar batareyasi 7, uzgich kontaktlari 2, past kuchlanishli simlar 3 dan «massaga» beriladi, natijada g'altak o'zagi magnitlanib yakor 13 ni tortadi. Kontaktlar ajralib magnit maydoni yo'qoladi. Yuqori kuchlanishli sim o'ramida hosil bo'lgan induktiv tok yondirish svechasi 12 ga uzatiladi. Uchqun ta'sirida porox 11 yonadi, hosil bo'lgan bosim patron 8 dagi bo'yoq 9 ni yo'lga sachratadi, natijada tormozlanishning boshlanish payti aniq belgilanadi. Avtomobil to'xtagandan so'ng yo'ldagi dog'dan pistoletgacha bo'lgan masofa tormozlanish masofasi  $S_t$  ni beradi. Tormozlanish vaqti  $t_T$  ni sekunder bilan o'lchash mumkin.

Avtomobilning tormozlanish vaqtidagi maksimal sekinlanishi suyuqlikli inersion akselerometr yordamida aniqlanadi. U faqat maksimal sekinlanishni yoki tezlanishni o'lchay oladi.

Tormozlanish vaqtidagi sekinlanishning o'zgarishi esa «yo'l-vaqt-tezlik» asbobi aniqlanadi.

## 4.2. EFFEKTIV TORMOZLANISH SHARTI

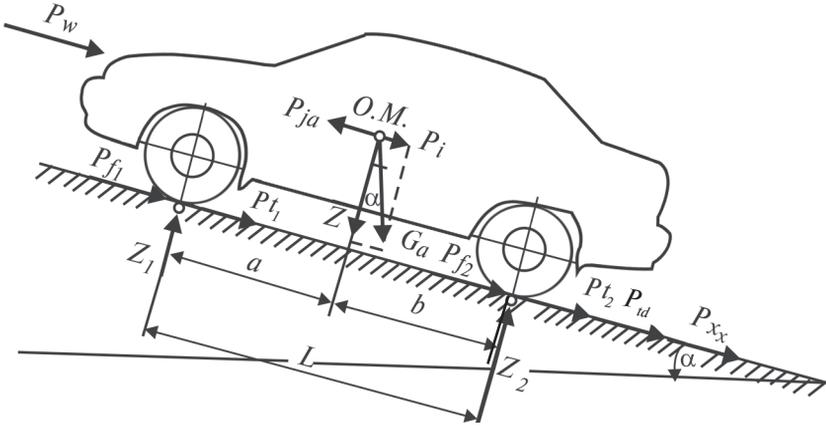
Tormozlanish davrida avtomobilning oldingi va orqa g'il-diraklariga ta'sir qiluvchi urinma reaksiyalarni aniqlash uchun unga ta'sir etuvchi kuchlarni ko'rib chiqamiz (4.2-rasm). Avtomobilni tormozlash uni dvigateldan ajratgan holda, ya'ni faqat tormoz tizimi yordamida amalga oshirilsa,  $i_{tr} = 0$ ;  $P_{td} = 0$  bo'ladi.

Tormozlanish davrida avtomobilning tezligi  $V_a$ ,  $\alpha$  burchagi uncha katta bo'lmaganligi uchun  $P_w = 0$  hamda  $\alpha = 0$  deb

qabul qilamiz. Avtomobil tormozlanayotgan vaqtda harakat tenglamasining umumiy ko‘rinishi quyidagicha bo‘ladi:

$$P_{f_1} + P_{f_2} + P_{t_1} + P_{t_2} + P_{td} + P_{xx} - P_{ja} = 0.$$

$P_{f_1} + P_{f_2} = P_f$  va  $P_{t_1} + P_{t_2} = P_t$  bo‘lgani uchun



4.2-rasm. Tormozlanayotgan avtomobilga ta‘sir qiluvchi kuchlar

$$P_f + P_t + P_{t,d} + P_{x,x} - P_{ja} = 0. \tag{44}$$

Tormozlovchi kuchning tormozlanish jarayonida ortishi natijasida urinma reaksiyaning qiymati ham oshadi va uning maksimal qiymatga erishishi ilashish kuchi  $P_\phi$  ga tenglashguncha davom etadi, ya‘ni

$$X \leq P_\phi. \tag{45}$$

Urinma reaksiyaning asosiy qiymati tormozlovchi kuch  $P_t$  iboratligi va  $P_t \gg P_f$ ,  $P_t \gg P_{ja}$  bo‘lganligi uchun (45) tengsizlikni quyidagicha yozish mumkin:

$$P_t \leq P_\phi. \tag{46}$$

Bu (46) tengsizlik avtomobilning effektiv tormozlanish shartidir. Agar  $P_t < P_\phi$  bo‘lsa, shina bilan yo‘l o‘rtasida ilashish bo‘yicha zaxira bo‘ladi, bunda avtomobilning tormozlanishi jarayonidagi harakati turg‘un; g‘ildiraklar blokirovka\* qilin-

\* Blokirovka – g‘ildirakning tormozlash barabani bilan kolodkasining jipslashib birgalikda harakatlanishi.

magan;  $P_t = P_\phi$  bo'lsa, shina bilan yo'l o'rtasidagi ilashish bo'yicha zaxiradan to'la foydalanilgan bo'ladi, bunda g'ildiraklar blokirovka qilinish chegarasida, avtomobilning harakati esa noturg'un muvozanatda;  $P_t > P_\phi$  bo'lsa, g'ildiraklar blokirovka qilingan va faqat sirpanib harakat qiladi, avtomobilning harakati noturg'un bo'ladi.

Avtomobilning tormozlanish tizimi hosil qilgan tormozlovchi kuch, shina va yo'l o'rtasidagi ilashish kuchidan ancha katta bo'lganligi sababli intensiv tormozlash vaqtida avtomobil g'ildiragi blokirovkalanadi va aylanmasdan yo'lda sirpanadi.

G'ildiraklar blokirovkalaniganida tormoz barabani va kolodkasi jiplashib bir butundek harakat qiladi va avtomobilning kinetik energiyasini yengish uchun sarflanayotgan tormozlanish energiyasi shinning yo'lga ishqalanishiga sarflanadi.

Natijada shina temperaturasi ko'tarilib, ilashish koeffitsiyentining qiymati kamayadi.

Shuning uchun ham g'ildirak blokirovka chegarasida tormozlansa, tez to'xtaydi, ya'ni effektiv tormozlanadi.

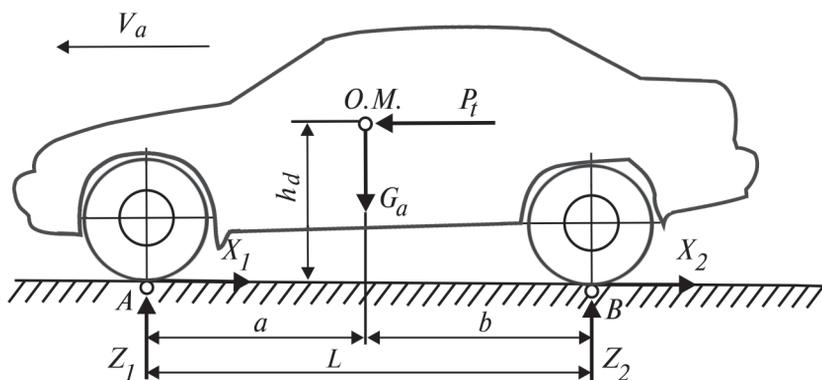
G'ildirakning shataksirayotganini tekshirish ancha qiyin, shu sababli hisoblash formulasida g'ildirak va yo'l o'rtasidagi ilashishdan to'la foydalaniladi,  $\phi$  koeffitsiyenti esa o'zgarmas deb olinadi.

### 4.3. TORMOZLOVCHI KUCHNING O'QLAR O'RTASIDA TAQSIMLANISHI

Dvigateli transmissiyadan ajratilgan holda harakatlanayotgan avtomobilga ta'sir qiluvchi kuchlar sxemasidan foydalanib (4.3-rasm), tormozlovchi kuchning o'qlar o'rtasida taqsimlanishini ko'rib chiqamiz. Yo'l gorizontal, qarshilik kuchlari  $P_f$ ,  $P_w$ ,  $P_{xx}$  hisobga olmaslik darajada kichik, g'ildiraklarning inersiya momentlarini nolga teng deb faraz qilamiz. Tormozlanish davrida ilashish koeffitsiyenti to'la ishlatiladi.

Shartli ravishda  $P_{ja} = P_t$  deb qabul qilamiz, chunki ilashish koeffitsiyenti to'la ishlatilganda  $X_1 + X_2 = P_{ja}$  yoki  $P_{t_1} + P_{t_2} = P_{j_a}$  deyish mumkin. Ta'sir etuvchi kuch va reaksiyalarning  $B$  nuqtaga nisbatan muvozanat tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$G_a b + P_t h_d - z_1 L = 0.$$



4.3-rasm. Tormozlanayotgan avtomobilga ta'sir qiluvchi kuchlar

Bunda

$$z_1 = \frac{G_a \cdot b + P_t \cdot h_d}{L}$$

va

$$z_2 = \frac{G_a \cdot a - P_t \cdot h_d}{L}.$$

Ko'rinib turibdiki, tormozlanish vaqtida yo'lning vertikal reaksiyalari qayta taqsimlanib oldingi o'qdagi reaksiya ortadi, orqasida esa kamayadi. Harakatsiz turgan avtomobil uchun o'q-lardagi tormozlanish kuchlari quyidagicha bo'ladi:

$$P_{t1} = G_1 \varphi; P_{t2} = G_2 \varphi.$$

Harakatdagi avtomobil uchun esa:  $P_{t1} = z_1 \varphi; P_{t2} = z_2 \varphi$ .

Avtomobil tormozlanayotganida  $z_1, z_2$  reaksiyalar qayta taqsimlanganligi sababli  $P_{t1}, P_{t2}$  tormozlovchi kuchlar o'z qiymatini o'zgartiradi, ya'ni qayta taqsimlanadi va tormozlash kuchining qayta taqsimlanish koeffitsiyentlari  $\beta_1, \beta_2$  bilan aniqlanadi.

$$\text{Orqa o'q uchun } \beta_2 = \frac{P_{t2}}{P_t}.$$

$$\text{Oldingi o'q uchun } \beta_1 = \frac{P_{t1}}{P_t} = \frac{P_t - P_{t2}}{P_t} = 1 - \beta_2.$$

Tormozlash kuchining qayta taqsimlanish koeffitsiyenti qiymatlari avtomobilning konstruktiv o'lhagichlariga bog'liq:

$$\beta_1 = \frac{P_t}{P_t} = \frac{z_1 \cdot \varphi}{z \cdot \varphi} = \frac{G_a \cdot b + P_t \cdot h_d}{G_a \cdot L};$$

$$\beta_1 = \frac{b + \frac{P_t}{G_a} \cdot h_d}{L}.$$

Solishtirma tormozlanish kuchi  $\gamma_t = \frac{P_t}{G_a}$  bo'lganligi uchun

$$\beta_1 = \frac{b + \gamma_t \cdot h_d}{L}; \quad (47)$$

$$\beta_2 = \frac{\alpha - \gamma_t \cdot h_d}{L}. \quad (48)$$

Shina bilan yo'l o'rtasidagi ilashish koeffitsiyenti to'la ishlatilsa, ya'ni  $P_{\text{tmax}} = P\varphi = G_a\varphi$  bo'lsa, (47), (48) formulalar quyidagicha yoziladi:

$$\beta_1 = \frac{b + \varphi \cdot h_d}{L}; \quad \beta_2 = \frac{\alpha - \varphi \cdot h_d}{L}.$$

Demak, tormozlash kuchi maksimal qiymatga ega bo'lganda va ilashish kuchi  $P_\varphi$  dan to'la foydalanilganda solishtirma tormozlash koeffitsiyenti ilashish koeffitsiyentiga teng bo'lib qoladi hamda tormozlash kuchining qayta taqsimlanish koeffitsiyentlari avtomobilning konstruktiv o'lhagichlari  $a$ ,  $b$ ,  $L$ ,  $h_d$  va yo'lning holati  $\varphi$  ga bog'liq bo'ladi.

Avtomobilning tormozlanish vaqtida yo'l sharoitining o'zgarishi  $P_t$ ,  $X$ ,  $z$  kuchlari o'rtasidagi o'zaro munosabatni o'zgartirib, tormozlanish jarayoniga ma'lum darajada ta'sir ko'rsatadi.

Tormozlanish jarayoni blokirovkasiz bo'lishi uchun  $P_t \leq P_\varphi$  shart bajarilishi kerak. Demak, ilashish koeffitsiyentining qiymati ortishi bilan avtomobil g'ildiraklarining blokirovkasiz tormozlanish imkoniyati ortadi, turg'un harakat qilish diapazoni ko'payadi, tormozlanish effekti ortadi.

Ma'lumki, avtomobilning hamma g'ildiraklarida tormozlash mexanizmlari mavjud. Oldingi va orqa o'qdagi tor-

mozlovchi kuchlarning qiymatlari oldindan, avtomobilni konstruksiya qilish davridayoq belgilangan.

Tormozlanish jarayonida  $z_1$ ,  $z_2$  reaksiyalarining qayta taqsimlanishi natijasida oldingi yoki orqa o'q oldinroq blokirovkalanib, tormozlanish effektiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Shunday ekan, avtomobil ilashish koeffitsiyentining har qanday qiymatida maksimal sekinlanish bilan tormozlanishi uchun g'ildiraklardagi tormozlovchi kuchlar (yoki urinma reaksiyalar) har doim vertikal reaksiyalarga to'g'ri proporsional bo'lishi shart, ya'ni

$$\frac{X_1}{X_2} = \frac{z_1}{z_2}. \quad (49)$$

Harakat jarayonida, sharoitga mos holda avtomobil har xil intensivlikda tormozlanishi mumkin (49). Proporsiya shartini

qanoatlantirish uchun  $\frac{P_1}{P_2}$  nisbat o'zgarishi kerak.

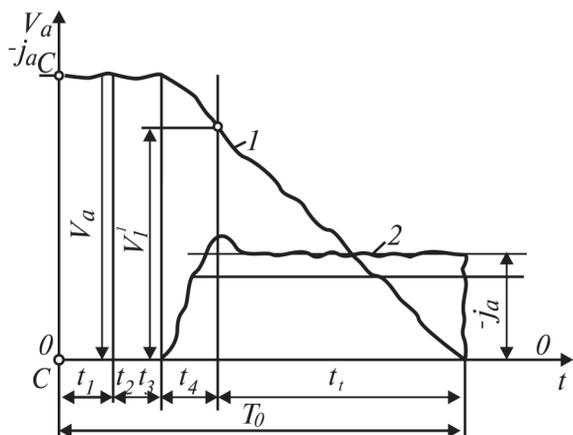
Avtomobilning tormozlanish mexanizmini loyihalash

vaqtida  $\frac{P_1}{P_2} = const$  deb qabul qilinadi va ilashish koeffitsiyentidan  $P_i$  (yoki  $-j_a$ ) ning faqat bir qiymatida to'la foydalaniladi. Tormozlanishning boshqa rejimlarida  $\varphi$  dan to'la foydalanish faqat oldingi yoki orqa g'ildiraklarda bo'lishi mumkin.

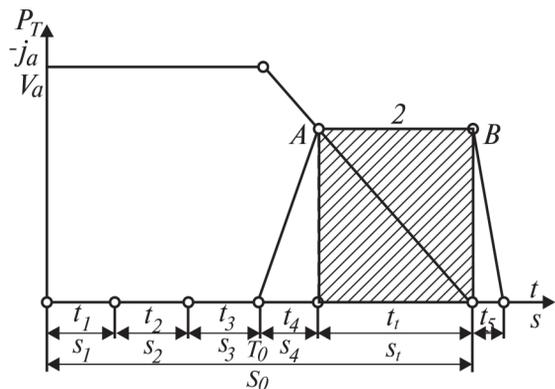
Bu kamchilikni yo'qotish uchun yangi konstruksiyali avtomobillarda o'qqa to'g'ri keladigan vertikal yukka mos keluvchi tormozlash kuchi hosil qiluvchi avtomatlar ishlatilmoqda.

#### 4.4. TORMOZLANISH JARAYONINI TADQIQ ETISH

Tormozlanish jarayonini tadqiq etish uchun «yo'l-vaqt-tezlik» ni ko'rsatuvchi asbobdan foydalanib, tormozlanish vaqtidagi tezlikning (1 egri chiziq) va sekinlanishning (2 egri chiziq) ossillogrammalarini (4.4-rasm) ko'rib chiqamiz. Avtomobilning qarshisida to'siq paydo bo'lish payti  $cc$  chizig'i bilan belgilanadi.



4.4-rasm. Tormozlanish davrida avtomobilning tezligi va tezlanishining o'zgarishi



4.5-rasm. Avtomobilning tormozlanish jarayoni grafigi

Ossilogrammani tadqiq etish oson bo'lishi uchun tezlik va sekinlanishning o'zgarishini grafik shaklda tasvirlaymiz (4.5-rasm). Bu grafikda:

$t_1$  – haydovchi to'siqni ko'rib, tormozlash zarurligi haqida qaror qabul qilguncha ketgan vaqt, ya'ni haydovchining reaksiyasi uchun zarur bo'lgan vaqt;  $t_1 = 0,3...1$  s;

$t_2$  – haydovchi oyog'ini drossel pedalidan olib, tormoz pedaliga qo'yishi uchun ketgan vaqt;

$t_3$  – tormoz yuritmasidagi ish suyuqligi (yoki havo) inersiyasini hamda lyuflarni yo'qotish uchun ketgan vaqt, gidravlik yuritma uchun  $t_3 = 0,2...0,3$  s; pnevmatik yuritma

uchun  $t_3 = 3,0 \dots 1,3$  s; avtopoyezd tormozining yuritmasi uchun  $t_3 = 2 \dots 2,5$  s;

$t_4$  – tormozlovchi kuchning  $P_{\text{tmax}}$  ( $A$  nuqta) gacha o‘shishi uchun zarur bo‘lgan vaqt,  $t_4 = 0,5$  s;

$t_1$  – tormozlash uchun ketgan vaqt;

$t_5$  – avtomobil to‘xtagandan so‘ng, tizimda bosim nolgacha kamayishi uchun ketgan vaqt.

Haydovchining reaksiyasi uning sog‘lig‘iga, asabiga va boshqalarga bog‘liq.

Ayniqsa, spirtli ichimlik iste‘mol qilgan haydovchining reaksiya vaqti  $t_1$  katta qiymatga ega bo‘ladi, natijada harakat xavfsizligi ta‘minlanmaydi.  $t_2$  vaqt ham haydovchining reaksiyasi bilan bog‘liq bo‘lib, ma‘lum intervalda o‘zgaradi.

Tormoz yuritmasidagi lyuftlarni yo‘qotish uchun ketgan vaqt  $t_3$  suyuqlik siqilmaganligi va havoning siqilishi mumkinligi sababli gidravlik yuritma uchun kam, pnevmatik yuritma uchun esa katta qiymatga ega.

Avtopoyezdning umumiy uzunligi katta bo‘lganligidan pnevmatik yuritmaning ishlashi uchun ko‘p vaqt ketadi.  $t_4$  vaqt haydovchi avtomobilni boshqarishining individual uslubi va tormozlash vaqtidagi sharoitiga bog‘liq. Avtomobilni tormozlashga ketgan vaqt  $t_1$  g‘ildiraklar blokirovka qilingan daqiqadan avtomobil to‘xtaguncha o‘tgan vaqt bilan o‘lchanadi. Blokirovka qilingan g‘ildirak yo‘lda faqat sirpanib harakatlanadi va shuning uchun ham qora iz qoldiradi.  $t_1$  vaqtning qiymati tormozlanish boshlanmasdan oldingi tezlikning qiymatiga, yo‘lning umumiy qarshilik koeffitsiyenti bilan bog‘liq omillar (yo‘lning tipi, ob-havo sharoiti va h. k.) ga, avtomobil massasiga va boshqalarga bog‘liq.

Bundan tashqari harakat xavfsizligi va effektiv tormozlanish masalalarini hal etishda avtomobil butunlay to‘xtashi uchun ketgan vaqt  $T_0$  va masofa  $S_0$  kabi o‘lchagichlar ishlatiladi.

Bunda  $T_0$  – haydovchi to‘siqni ko‘rgandan avtomobilni to‘xtatguncha ketgan vaqt, s;  $S_0$  – haydovchi to‘siqni ko‘rgandan avtomobilni to‘xtatguncha o‘tilgan masofa, m.

Bu qiymatlar quyidagicha ifodalanadi:

$$T_0 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5, \text{ s};$$

$$S_0 = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5, \text{ m};$$

Bunda:

$S_1, S_2, S_3, S_4, S_t - t_1, t_2, t_3, t_4, t_t$  vaqtlarda o‘tilgan masofalar.  $T_0, S_0$  o‘lchagichlarni aniqlash qiyin bo‘lgani uchun quyidagi empirik formuladan foydalanish tavsiya etiladi:

$$S_0 = \frac{v_H}{3,6} (t_1 + t_2 + t_3) - 1.63 \cdot t_4 \cdot \varphi + \frac{(v_H - 17,7 \cdot \varphi \cdot t_4)^2}{254 \cdot \varphi}, m; \quad (50)$$

bunda  $v_H$  – tormozlanish boshlanishidagi avtomobilning tezligi, km/soat. DAN ning texnik hujjatlarida  $t_t$  va  $S_t$  larning qiymatlari qayd qilingan va ular avtomobilning effektiv tormozlanishini ko‘rsatuvchi omil hisoblanadi.

#### 4.5. TORMOZLANISH VAQTI VA YO‘LI

Yuqorida aytilganidek, avtomobilning tormozlanish balansi tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$P_{ja} = - (P_t + P_\psi + P_w + P_{t,d} + P_{x,x}). \quad (51)$$

Tenglamada  $P_{ja}$  avtomobilni oldinga harakatlantiruvchi inersiya kuchidir, tormozlanish davrida bu kuchni so‘ndirib, avtomobilni to‘xtatiladi. Tormozlanish balansi tenglamasidan foydalanib, tormozlanish vaqti va masofasi ifodalarini aniqlaymiz. Tormozlanishda dvigatel transmissiyadan ajratilgan ( $P_{t,d} = 0$ ), transmissiyaning qarshiligi hisobga olmasa bo‘ladigan darajada kam ( $P_{x,x} = 0$ ) va havoning qarshiligi juda kichik ( $P_w = 0$ ) deb faraz qilinadi.

Ma’lumki,

$$P_{ja} = \frac{G_a}{g} \cdot j_a \cdot \delta_n = \frac{G_a}{g} \cdot \delta_n \cdot \frac{dv_a}{dt}. \quad (52)$$

(52) tenglamani (51) tenglamadagi qiymati o‘rniga qo‘yamiz:

$$\frac{G_a}{g} \cdot \delta_n \cdot \frac{dv_a}{dt} = -(P_t + P_\psi).$$

Bu tenglamaning chap va o‘ng tomonlarini hadma-had  $G_a$  ga bo‘lamiz:

$$\frac{P_t}{G_a} = \gamma_t; \quad \frac{P_\psi}{G_a} = \psi,$$

bunda  $\gamma_t$  – solishtirma tormozlanish kuchi ekanligini hisobga olsak, tormozlanish vaqti quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$dt = -\frac{dv_a \cdot \delta_H}{(\gamma_t + \psi) \cdot g}. \quad (53)$$

Bu ifodani tormozlanish boshlanishi  $v_H$  dan avtomobil to‘xtaguncha  $v_k$  tezliklar qiymati intervalida integrallasak,

$$t_t = \frac{v_H - v_k}{g(\gamma_t + \psi)} \quad (54)$$

bo‘ladi.

Bu, ifoda tormozlanish vaqtini aniqlashga imkon berib,  $v_H, \gamma_t, \psi$  o‘lchagichlarga bog‘liq. Solishtirma tormozlanish kuchi  $\gamma_t$  va yo‘lning umumiy qarshiligi qancha katta bo‘lsa, tormozlanish vaqti shuncha kichik bo‘ladi. Tormozlanish vaqtida bosib o‘tilgan masofa  $S_t$  quyidagicha topiladi:

$$v_a = \frac{ds}{dt}; \quad ds = v_a \cdot dt.$$

Bu ifodaga  $dt$  ning qiymatini qo‘yib, uni integrallaymiz:

$$S_t = \frac{v_H^2 - v_k^2}{2g(\gamma_t + \psi)}. \quad (55)$$

Solishtirma tormozlanish kuchi  $\gamma_t$  va yo‘lning umumiy qarshiligi qanchalik katta bo‘lsa, avtomobilning tormozlanish masofasi shunchalik qisqa bo‘ladi.

(54) va (55) formulalar avtomobilning tormozlanish vaqtidagi umumiy harakatini ifodalab, ularning quyidagi xususiy hollari bo‘lishi mumkin:

1)  $v_k = 0$  bo‘lsa, ya’ni avtomobil butunlay to‘xtaguncha tormozlansa:

$$t_t = \frac{v_H}{g(\gamma_t + \psi)}, \quad S_t = \frac{v_H^2}{2g(\gamma_t + \psi)}; \quad (56)$$

2) agar avtomobil gorizontaal yo‘lda harakatlanayotganida tormozlansa ( $\alpha = 0, \psi = f$ ):

$$t_t = \frac{v_H}{g(\gamma_t + f)}, \quad S_t = \frac{v_H^2}{2g(\gamma_t + f)}; \quad (57)$$

3) agar  $P_t = P_\varphi$  va  $\gamma_t = \varphi$  bo'lsa, ya'ni g'ildirakning yo'l bilan ilashish kuchidan to'la foydalanilsa:

$$t_H = \frac{v_H}{g(\varphi + f)}, \quad S_H = \frac{v_H^2}{2g(\varphi + f)}; \quad (58)$$

4) agar  $\varphi \gg f$  bo'lsa,  $f \approx 0$  deb qabul qilish mumkin, bu holda

$$t_t = \frac{v_H}{g \cdot \varphi}, \quad S_t = \frac{v_H^2}{2 \cdot g \cdot \varphi}. \quad (59)$$

Formulalarning xususiyati shundan iboratki, ular statik tormozlanish jarayonini xarakterlab  $t_t$ ,  $S_t$  larni o'zgarimas tormozlanish kuchi ta'siridagi qiymatlarini aniqlaydi.

Hisoblab topilgan  $t_t$ ,  $S_t$  larning qiymatlarini tajriba yo'li bilan aniqlangan qiymatlarga yaqinlashtirish maqsadida D. P. Velikanov formulalarga tormozlanishning effektivlik koeffitsiyenti  $K_c$  ni kiritishni taklif etdi:

$$t_t = \frac{v_H K_c}{3,6 \cdot g \cdot \varphi} c, \quad S_t = \frac{v_H^2 K_c}{26 \cdot g (\gamma_t + \psi)} m. \quad (60)$$

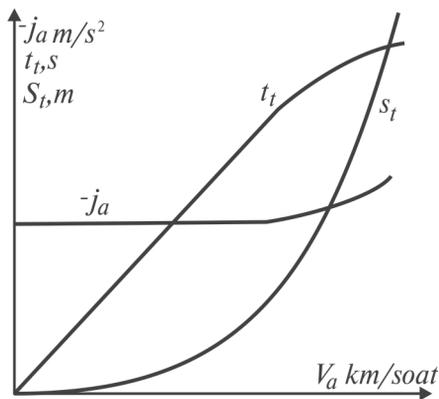
Yengil avtomobillar uchun  $K_c = 1,2$ ; yuk avtomobillari uchun 1,3...1,4.

Tormozlanish jarayoni o'zgaruvchan bo'lganligi uchun, bu formulalar harakat jarayonidagi tormozlanish jarayonini to'la aks ettirmaydi. Shuning uchun tormozlanish vaqti va masofasining hamda  $t_t = f(v_a)$  egri chiziqlarini grafik integrallash usuli bilan ham aniqlanadi. Tormozlanish vaqtini aniqlash uchun tormozlanish balansi tenglamasi  $j_a$  ga nisbatan yechilib,  $j_a = f(v_a)$  grafigi chiziladi. Grafikdan tezlikning bir nechta qiymatlari uchun  $j_a$  aniqlanadi va har bir tezliklar intervalida sekinlanishning o'rtacha diymati topiladi.

$\Delta t = \frac{\Delta v}{3,6 j_{a.o'r}}$  formuladan foydalanib, har bir interval uchun

$\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3 \dots$  vaqtlar aniqlanadi, ularning yig'indisi tormozlanish vaqtini beradi:  $t_t = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots$

Tormozlanish masofasini aniqlashda izohlangan usuldan  $t_t = f(v_a)$  ning grafigini tuzishda foydalaniladi, lekin har bir tezliklar



4.6-rasm. Tormozlanishdagi vaqt, yo'l, tezlanish

intervalida avtomobil tekis sekinlanadi deb qabul qilinadi.

$\Delta S = \frac{v_o \cdot r \cdot \Delta t}{3.6}$  formula yordamida tezlik intervallarida o'tilgan  $\Delta S_1$ ;  $\Delta S_2$ ,  $\Delta S_3$  .... yo'llar aniqlanib, ularning yig'indisi  $S_t$  ni beradi.  $t_t = f(v_a)$ ,  $S_t = f(v_a)$  larning grafiklari 4.6-rasmda ko'rsatilgan. Grafiklarda  $P_f$ ,  $P_w$ ,  $P_{x.x}$  kuchlarning ta'siri ham hisobga olingan. Yo'l harakati qoidalarida ko'rsatilgan tormozlanish masofasi va sekinlanishning normativ qiymatlari 4.1-jadvalda keltirilgan.

4.1-jadval

Transport vositasi	Tormozlanish masofasi, eng ko'pi bilan (m)	Maksimal sekinlanish, kamida (m/s <sup>2</sup> )
Yengil avtomobillar va shular asosida yasalgan avtomobillar.	7,2	5,8
Ruxsat etilgan maksimal vazni 8 t gacha bo'lgan yuk avtomobillari, shuningdek, ular asosida yasalgan avtopoyezdlar; uzunligi 7,5 m gacha bo'lgan avtobuslar	9,5	5,0
Ruxsat etilgan maksimal vazni 8 t dan katta bo'lgan yuk avtomobillari, shuningdek, ular asosida yasalgan avtopoyezdlar; uzunligi 7,5 m dan katta bo'lgan avtobuslar	11,0	4,2

#### 4.6. AVTOMOBILNI DVIGATEL TRANSMISSIYADAN AJRATILMAGAN HOLDA TORMOZLASH

Avtomobilni tormozlash uchun ba'zan dvigatel tirsakli valining majburiy aylantirilishi natijasida hosil bo'ladigan qarshilikdan ham foydalaniladi. Bunda avtomobil asosiy tormozlash mexanizmi yordamida va dvigatelda hosil bo'lgan ishqalanish kuchi hisobiga to'xtatiladi. Avtomobilni dvigatel transmisiyadan ajratilmagan holda tormozlansa, haydovchi drossel pedalidan oyog'ini olib, tormoz pedaliga bosadi. Agar avtomobil tormozlanmasdan oldin dvigatelning tirsakli vali yetakchi g'ildirakni aylantirsa, drossel-zaslonka yopiqligi sababli tirsakli valning aylanish soni kamayib, katta tezlikda aylanayotgan yetakchi g'ildirak transmisiya orqali tirsakli valni aylantiradi. Dvigatelda vujudga kelgan ishqalanish hisobiga qo'shimcha tormozlash kuchi  $P_{td}$  hosil bo'ladi. Tormozlashning bu usulidan avtomobil qanday tezlik bilan harakatlanayotganda foydalanish qulay ekanligini ko'rib chiqaylik. Buning uchun dvigatel transmisiyadan ajratilgan va ajratilmagan hollarda avtomobilni tormozlashning sekinlanish miqdoriga qanday ta'sir ko'rsatishini ko'rib chiqish zarur.

Tormozlanish balansi tenglamasi (43) da dvigatel transmisiyadan ajratilgan hol uchun  $P_{td} = 0$  deb, uni  $j_a$  ga nisbatan yechamiz:

$$-j_a = \frac{P_t + P_\psi + P_w + P_{x.x}}{G_a \delta_H} \cdot g. \quad (61)$$

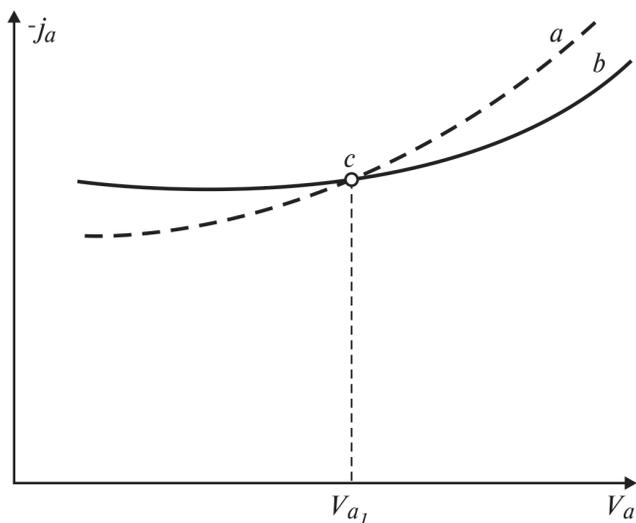
bunda  $\delta_H$  – dvigatel transmisiyadan ajratilgandagi aylanma harakatlanuvchi massalar ta'siri koeffitsiyenti.

Avtomobilni dvigatel transmisiyadan ajratilmagan holda tormozlansa, tormozlanish balansi tenglamasidan sekinlanish miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$-j_{ac} = \frac{P_{td} + P_t + P_\psi + P_w + P_{x.x}}{G_a \delta_{ay}} \cdot g. \quad (62)$$

bunda  $\delta_{ay}$  – dvigatel transmisiyadan ajratilmaganda aylanma harakatlanuvchan massalar ta'siri koeffitsiyenti.

(61), (62) tenglamalarni bir avtomobil uchun ularga aniq qiymatlarini qo'yib yechsak, 4.7-rasmdagi grafik hosil bo'ladi;



4.7-rasm. Dvigatel transmissiyadan ajratilmagan (a) va ajratilgan (b) holda tormozlashda sekinlanishning o'zgarishi

grafikdagi tutash chiziq dvigatel transmissiyadan ajratilgan, shtrix chiziq esa ajratilmagan hol uchun aniqlangan.

Grafikdan ko'rinib turibdiki, dvigatel transmissiyadan ajratilmagan holda avtomobilni  $V_{a1}$  dan katta tezliklarda tormozlash effektli bo'lib, sekinlanish miqdori katta bo'ladi. Bunga sabab shuki, (62) formulaga asosan  $V_a$  ortishi bilan  $P_{t.d.}$  ham ortadi, lekin har doim  $\delta_{ay} > \delta_H$  bo'lgani uchun kichik tezliklarda  $-j_{ac} < -j_a$  bo'ladi. Demak, dvigatel transmissiyadan ajratilmagan holda avtomobilni tormozlash boshlang'ich tezlik katta bo'lganda va kichik uzatmada qo'llanilishi zarur. Bunday tormozlash usulining afzalligi shundaki, u tormozlash mexanizmidagi zo'riqishni kamaytiradi va ayniqsa, tepaliklardan tushishda samarali bo'ladi. G'ildirak bilan yo'l o'rtasida ilashish kuchi kam bo'lganda, hatto  $c$  nuqtadan chap tomondagi tezliklarda dvigatelni transmissiyadan ajratmagan holda tormozlash maqsadga muvofiq, chunki tormozlash kuchi yetakchi g'ildiraklar o'rtasida bir tekis taqsimlanib, avtomobilning ko'ndalang turg'unligini yaxshilaydi. Amalda tormoz pedalini vaqti-vaqti bilan bosib, qo'yib yuborib tormozlash ma'qul. Shunda g'ildiraklar sirpanish darajasigacha bormaydi, ularning ilashish kuchi kamaymaydi. Bu usul esa haydovchidan katta mahorat talab etadi.

#### 4.7. AVTOTEXNIK EKSPERTIZA TO‘G‘RISIDA TUSHUNCHA

Yo‘l-transport hodisalarini avtomobil transporti mutaxassislari tomonidan ilmiy-texnik tekshirish avtotexnik ekspertiza deb ataladi. Avtomobilning maxsus qoidalariga xilof harakati natijasida yo‘lovchilarni jarohatlashi, 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 xabar qilib, uning kelishini kutishi; jarohatlangan kishilar bo‘lsa, ularni kasalxonaga jo‘natishi; shu yerda hodisani ko‘rgan kishilar manzili, familiyasini yozib olishi va h.k.

Hodisa bo‘lgan yerga DAN xodimlari kelgandan keyin sharoitni tekshirib, sxema tuzadi va bayonnoma yozadi. Bayonnomada 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 bayonnomaga voqea sodir bo‘lgan vaqt, kun, haydovchi to‘g‘risidagi axborot, manzillar, jarohatlangan kishining ahvoli va h. k. lar yoziladi va tekshiruvchi, haydovchi, shu voqeani ko‘rgan ikki kishi qo‘l qo‘yadi. Bundan tashqari, transportning texnik holati aks ettirilgan akt tuziladi.

Shu olingan materiallarga, asosan, yo‘l-transport hodisasi sabablarini aniqlash maqsadida bo‘ladigan sud uchun zarur quyidagi avtotexnik, daktiloskopik, psixiatrik, kimyoviy, biologik va h.k. ekspertizalar o‘tkazilishi mumkin.

Avtotexnik ekspertiza yo‘l-transport hodisasi aybdorlarini aniqlashda katta ahamiyatga ega bo‘lganligi uchun, uni batafsil ko‘rib chiqamiz. Ekspertlar 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‘lmaslik 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 isbotlashi kerak.

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

40 yoshlardagi yo‘lovchi  $V$  yo‘lning ruxsat etilmagan yeridan chopib o‘tib ketmoqchi edi. Yo‘ldan esa yo‘lovchiga qarshi 50 km/soat tezlik bilan VAZ-2108 avtomobili kelmoqda. Yo‘lovchi 4 m yurganidan so‘ng avtomobil uni urib ketdi.

Chaqirilgan DAN xodimi tormozlanish masofasi yo‘lovchi urilgan yerdan boshlanganligini aniqladi. Voqea sodir bo‘lgan yo‘l gorizontol, asfalt, quruq edi. Avtotexnik ekspertizasi 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 yo‘lni qancha vaqtda o‘tishi aniqlanadi:

$$t_y = \frac{S_y}{V_y} = \frac{4m}{4 \frac{m}{s}} = 1s;$$

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:

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

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

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

$$K_e = 1,2; \quad t_1 = 0,8s; \quad t_3 = 0,25s; \quad \varphi = 0,65; \quad i = 0;$$

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

Shunday qilib, avtomobilni to'xtatish uchun 32,8 m yo'lni o'tish kerak, lekin yo'lovchi undan 13,9 m masofada bo'lgan.

Demak, avtotexnik ekspertiza, haydovchi yo'l-transport hodisasi sodir bo'lishining oldini ololmas edi, degan xulosaga keladi.

#### **4.8. EKSPLOATATSIYA VAQTIDA UCHRAYDIGAN OMILLARNING TORMOZLANISH DINAMIKASIGA TA'SIRI**

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

Tormozlanish jarayoni tormoz barabani bilan kolodka ustquymasining bir-biriga ishqalanishi natijasida hosil bo'ladigan tormozlash kuchi hisobiga sodir bo'ladi. Ishqalanish natijasida kolodka ustquyasi yeyilib, tormoz barabani bilan ustquyma o'rtasidagi zazor kattalashadi va natijada tormozlash effekti kamayadi. Baraban bilan kolodka ustquyasi o'rtasidagi zazorning normadan 0,5 mm ga oshishi to'la yuklangan pnevmatik yuritmalni ЗИЛ-130 avtomobili uchun tormozlanish masofasini 20% ga oshiradi.

Gidravlik yuritmalni avtomobillarda tormoz barabani bilan kolodka o'rtasidagi zazorga qarab tormoz pedalining yo'li ham kattalashadi, natijada tormozlanish mexanizmini ishlatish vaqti uzayadi. Masalan, ПАЗ-672 avtobusini tormozlashda baraban bilan kolodka ustquyasi 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 texnik ko‘rikdan o‘tkazilishi kerak. Avtomobil tormozlanish mexanizmida hosil bo‘lgan momen-  
tining effektiv ishlatilishi yo‘l va shina protektorining holatiga,  
ularning bir-biri bilan ilashish sharoitiga bog‘liq. Yangi qurilgan  
yo‘lning ustida mayda notekisliklar bo‘lgani uchun bu yo‘l  
shina bilan yaxshi tishlashadi, demak, ilashish koeffitsiyenti  
 $\varphi$  ortadi. Agar shina protektori yeyilgan bo‘lsa, ilashish koef-  
fitsiyenti kamayib, avtomobilning tormozlanish dinamikasiga  
salbiy ta‘sir etadi, chunki tormozlanish kuchidan to‘liq  
foydalanish imkoni kamayadi.

#### **IV bobga doir masalalar**

1. Harakatsiz turgan avtomobilning oldingi o‘qiga 10000 N, orqa o‘qiga 20000 N og‘irlik kuchi to‘g‘ri keladi. Ilashish koeffitsiyenti 0,6 deb qabul qilinsa, o‘qlardagi tormozlanish kuchlari topilsin.

Javob:  $P_{t_1} = 6000$  N,  $P_{t_2} = 12000$  N.

2. Og‘irlik markazidan avtomobilning oldingi o‘qigacha bo‘lgan oraliq 1,1 m; orqa o‘qigacha bo‘lgan oraliq 1,3 m, og‘irlik markazining balandligi 0,5 m, solishtirma tormozlanish kuchi 0,6 bo‘lgan harakatdagi avtomobil tormozlash kuchlarining qayta taqsimlanish koeffitsiyentlari aniqlansin.

Javob:  $\beta_1 = 0,666$ ;  $\beta_2 = 0,334$ .

3. Ilashish koeffitsiyenti 0,65; yo‘lning umumiy qarshilik koeffitsiyenti 0,18; solishtirma tormozlanish kuchi 0,52; tormozlanish effektivligining ekspluatatsion koeffitsiyenti 1,2. 70 km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan avtomobilning tormozlanish vaqti va masofasini aniqlang.

Javob:  $t_t = 3,67$  s;  $S_t = 33$  m.

#### ***Nazorat savollari***

- 1. Kinetik energiyaga ta‘rif bering.*
- 2. Haydovchi avtomobilni tormozlash jarayonida qanday usullardan foydalanadi?*
- 3. Avtomobil tormozlanayotganida qanday o‘lchagichni aniqlash kerak?*
- 4. Tormozlanish kuchi uning o‘qlari orasida qanday taqsimlanadi?*
- 5. Tormozlanish vaqti va yo‘liga ta‘rif bering.*
- 6. Tormozlanishni dvigatel transmissiyadan ajratilgan-ajratilmagan holda tormozlanish jarayoniga qanday ta‘sir ko‘rsatadi?*
- 7. Avtotexnik ekspertiza deganda siz nimani tushunasiz?*

## Vbob. AVTOMOBILNING YONILG‘I TEJAMKORLIGI

---

---

### 5.1. AVTOMOBILNING YONILG‘I TEJAMKORLIGI KO‘RSATKICHLARI

Avtomobilni harakatlantirish uchun zarur bo‘ladigan yonilg‘ining qiymati yuk tashishdagi barcha xarajatlarning 10...15% ini tashkil qiladi, shuning uchun yonilg‘idan unumli foydalanish va isrofgarchilikka yo‘l qo‘ymaslik zarur.

Yonilg‘i sarfi avtomobilning konstruksiyasi va texnik holatiga, yo‘l va iqlim sharoitiga, haydovchining mahoratiga, yuk tashishni to‘g‘ri tashkil etishga bog‘liq.

Yonilg‘i tejankorligi ko‘rsatkichlarining bir qismi avtomobilning texnik holatiga, ikkinchi qismi esa yuk tashish jarayonini tashkil qilishga bog‘liq. Yonilg‘i tejankorligi o‘lchagichlari quyidagilardan iborat:

1. Bir soatda sarflangan yonilg‘i:

$$Q_{yo} = \frac{N_d \cdot g_e}{1000}; \quad (63)$$

bunda  $Q_{yo}$  – soatiga sarflanadigan yonilg‘i,  $\frac{\text{kg}}{\text{soat}}$ ;

$g_e$  – yonilg‘ining solishtirma sarfi,  $\frac{\text{g}}{\text{kW} \cdot \text{soat}}$ .

2. 100 km yo‘lni o‘tishga sarflangan yonilg‘i:

$$Q_{100} = \frac{N_d \cdot g_e}{10 \cdot v_{a \text{ o'r}}}, \frac{l}{100\text{km}};$$

bunda  $v_{a \text{ o'r}}$  – harakat sharoitidagi o‘rtacha tezlik, km/soat.

3. Yo‘l birligiga sarflangan yonilg‘i:  $Q_{yo} = \frac{Q_{yo}}{v_a}, \frac{\text{kg}}{\text{km}}$ .

4. Bajarilgan transport ishiga sarflangan yonilg‘i:

$$Q_t = \frac{g_t}{A T} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{km}};$$

bunda  $g_t$  – transport ishini bajarish uchun ketgan vaqt davomida sarflangan yonilg‘i, kg;

$A$  – bajarilgan transport ishi.

Avtomobilning yonilg‘i tejamkorligini bajarilgan transport ishiga sarflangan yonilg‘i miqdori orqali aniqlash maqsadga muvofiqdir. Amalda, 100 km yo‘lga sarflangan yonilg‘i miqdorini va avtomobil dvigatelinining yonilg‘i tejamkorligini aniqlashda soatiga sarflangan yonilg‘i miqdori  $Q_{yo}$  dan foydalaniladi. Quvvatlar balansi tenglamasidan quyidagi ma‘lum:

$$N_d = \frac{N_k}{\eta_{tr}} = \frac{N_{\psi} + N_w + N_{ja}}{\eta_{tr}} = \frac{\frac{G_a \cdot \psi \cdot v_a}{1000} + \frac{W \cdot v_a^3}{1000} + \frac{G_a \cdot j_a \cdot \delta_{yo} \cdot v_a}{1000 \cdot g}}{\eta_{tr}}.$$

Topilgan qiymatni (63) tenglamaga qo‘yib, quyidagi ifodani olamiz:

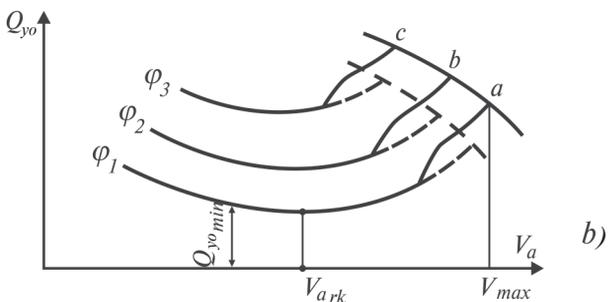
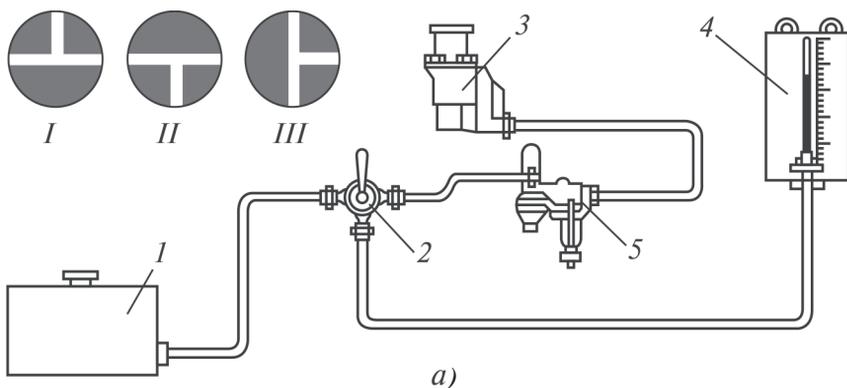
$$Q_{yo} = \frac{g_e \left( G_a \cdot \psi \cdot v_a + W \cdot v_a^3 + \frac{G_a}{g} j_a \cdot \delta_{yo} \cdot v_a \right)}{\eta_{tr} \cdot 1000}, \frac{\text{kg}}{\text{soat}}. \quad (64)$$

(64) tenglamaning kamchiliklaridan biri shuki,  $g_e$  o‘zgarmas deb qabul qilingan. Aslida  $g_e$  o‘zgaruvchan miqdor bo‘lib, avtomobil tezligi  $v_a$  ga bog‘liq. Yuqoridagi sababga ko‘ra, amalda yonilg‘i tejamkorligi xarakteristikasi ishlatiladi.

## 5.2. YONILG‘I TEJAMKORLIGI GRAFIGI

Turli yo‘l sharoitlarida (ya‘ni  $\varphi$  o‘zgarganda) soatiga sarflangan yonilg‘i miqdori  $Q_{yo}$  bilan tezlik orasidagi bog‘lanish grafigi yonilg‘i tejamkorligi xarakteristikasi deyiladi. Bu grafikni akademik Y.A. Chudakov tavsiya etgan. Yonilg‘i tejamkorligi grafigini ko‘rish uchun avtomobil maxsus asboblardan jihozlanadi va yo‘l sharoitida sinovdan o‘tkaziladi.

ГОСТ bo‘yicha sinash 1 km uzunlikdagi yo‘lning gorizontal, qattiq qoplamali qismida o‘tkazilishi, avtomobil esa to‘la yuklangan bo‘lishi shart. Avtomobilga tajriba boshlanishiga qadar bo‘lgan yo‘l uchastkasida tezlik (20, 30, 40, ... km/soat) beriladi va o‘lchash uchastkasini kesib o‘tish paytida tajriba o‘tkazuvchilar sekundomerni yurgizib uch yo‘llik jo‘mrakni *I* holatdan *III* holatga o‘tkazadilar (5.1-a rasm).



5.1-rasm. Avtomobilning yonilg'i tejamkorligini aniqlash

Yonilg'i karburator 3 ga shkalali menzurka 4 orqali beriladi. Tekis harakatlanayotgan avtomobil o'lchash uchastkasining oxirini kesib o'tganda sekundomer to'xtatiladi. Jo'mrak II holatdan I holatga qaytariladi. Menzurkadagi yonilg'i sathining kamaygan qismi (hajmi) avtomobil 1 km masofani o'tishiga sarflangan yonilg'i miqdorini ko'rsatadi. Shu tarzda barcha tezliklar uchun sarflangan yonilg'i miqdorini topib,  $Q_{yo} = f(v_a)$  bog'lanishning yo'l qarshiligiga mos qiymatlari aniqlanadi (5.1-b rasm).

Tajribalar avtomobil shu yo'lda erishishi mumkin bo'lgan maksimal tezlikkacha davom ettiriladi. Tajriba yo'lining  $\psi_2$ ,  $\psi_3$  qarshiliklarga ega bo'lgan uchastkalarida qaytarilsa, soatiga sarflangan yonilg'i bilan tezlik o'rtasidagi bog'lanish, ya'ni yonilg'i tejamkorligi grafigi quriladi. Bu grafik yordamida avtomobildan foydalanish davrida uchraydigan ko'pgina masalalarni yechish mumkin. Berilgan yo'lda sarflangan yonilg'ining minimal miqdori  $Q_{yomin}$  ga mos keladigan tezlik

$V_{ark}$  ni, ya'ni tejamli tezlikni va yo'lining berilgan qarshiligiga mos ravishda maksimal tezlik  $v_{amax}$  ni aniqlash mumkin. Agar grafikni dizel o'rnatilgan avtomobil uchun ko'rsak, uning shakli o'zgarmaydi.

Grafikning o'ng tomonidagi chiziqlar shaklining o'zgarishi avtomobil maksimal tezlikka erishganda karburator ekonomayzeri ishga tushganini bildiradi.

### 5.3. AVTOMOBILDA YONILG'I SARFLASH NORMALARI

Yonilg'i sarflashning ikki xil normasi bor: chiziqli (l/100km; kg/km) va solishtirma sarflash normasi, (kg/t·km; kg/ yo'lovchi·km). Yonilg'i sarflashning chiziqli normasi, asosan, yonilg'i asboblarning, dvigatel va umuman, avtomobilning texnik holatiga bog'liq. Solishtirma norma esa transport ishini bajarishga sarflangan haqiqiy yonilg'i miqdorini aks ettiradi.

Yonilg'i sarflashning chiziqli normasini aniqlash uchun A.M. Sheynin quyidagi formulani taklif etgan:

$$Q_{100} = A_m + B_m(P_\psi + P_w), \frac{l}{100\text{km}}; \quad (65)$$

bunda  $A_m$  – dvigatelda hosil qilingan energiyaning ichki qarshiliklarni yengish uchun sarflangan yonilg'i, L/100 km;

$B_t - 1$  km yo'lining umumiy qarshiligi  $P_\psi$  va havo qarshiligi yig'indisini yengish uchun sarflangan yonilg'i, L/100 kG·km.

Yonilg'i sarflashning solishtirma normasini bir necha yilgi statistik raqamlar asosida qabul qilish to'g'ri emas. Hozir yonilg'i sarflashning solishtirma normalari hisoblash usuli bilan aniqlanadi. Bu usul avtokorxonada strukturasi, yuk tashish hajmini, avtomobilning umumiy yurgan yo'lini, yonilg'i sarflashning chiziqli normasi, yuk ko'tarish qobiliyati koeffitsiyentini hisobga oladi. Yonilg'i sarflashning solishtirma normasi  $H_\omega$  qo'shimcha sarflar hisobga olinmaganda quyidagicha aniqlanadi:

$$H_\omega = 10 \cdot \rho \frac{\bar{H}_s + b \cdot \bar{q}(2z - 1)}{q \cdot z}; \quad (66)$$

bunda  $\bar{q}$  – o'rtacha yuk ko'tarish qobiliyati, t;

$s$  – avtomobillar o‘tgan umumiy masofa, mln. km;

$\rho$  – yonilg‘ining zichligi;

$\bar{H}$  – barcha avtomobil va avtopoyezdlar uchun (ularning foydali ish koeffitsiyenti 50% bo‘lganda) o‘tilgan masofaga mos keladigan o‘rtacha yonilg‘i sarflash normasi;

$b$  – 100 t. km ish bajarish uchun yonilg‘i sarflash normasi, karburatorli dvigatellar uchun  $b = 2,1$ , dizellar uchun  $b = 1,3$  l;

$z$  – foydali ish koeffitsiyenti,  $z = \beta\gamma$ ;

$\beta$  – avtomobilning yo‘lga chiqish koeffitsiyenti;

$\gamma$  – avtomobilning yuk ko‘tarish qobiliyatidan foydalanish koeffitsiyenti.

Yonilg‘ining umumiy qo‘shimcha sarfi  $D$  quyidagicha

$$D = \frac{10^6 \cdot Q_h}{W \cdot H_\omega} - 1. \quad (67)$$

bunda  $W$  – yuk tashish oboroti, mln. t. km, pass, km;

$Q_h$  – yonilg‘ining haqiqiy sarflangan miqdori, t.

Yonilg‘ining norma bo‘yicha sarflanadigan umumiy miqdori  $Q_n$  esa quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_n = 10^{-6} \cdot W(1+D) \cdot H_\omega. \quad (68)$$

Sarflanadigan moyning miqdori yonilg‘i miqdoridan foiz hisobida olinadi.

Yonilg‘i sarflashning solishtirma normasini shu tarzda aniqlash xo‘jalikda foydalanilmagan rezervlarni topishga, ya‘ni avtokorxonani saqlash va ishlatish usullarini yaxshilash, haydovchilar malakasini oshirish, ishni tashkil etishni yaxshilash, avtomobil, pritsep, yarim pritseptlarning  $\beta$ ,  $\gamma$  koeffitsiyentlarini oshirish, parkdagi avtomobillarni yangilab turish, maqsadga muvofiq tipdagi avtomobillarni tanlash va hokazolarni amalga oshirish imkonini yaratadi.

Avtoxo‘jalik bo‘yicha yonilg‘i sarflash solishtirma normasini avtokolonna, uchastka, sex bo‘yicha mavsumni hisobga olgan holda, kvartal va oylar uchun ayrim-ayrim aniqlash mumkin.

#### 5.4. EKSPLUATATSIYADA UCHRAYDIGAN OMILLARNING YONILG'I TEJAMKORLIGIGA TA'SIRI

Avtomobilning ekspluatatsiyasida uchraydigan ko'pgina omillar yonilg'i tejamkorligiga ta'sir etadi. Avtomobilning yo'ldagi harakati va uzatmalar qutisidagi uzatmalarni almash-tirish rejimi haydovchining ish tajribasiga bog'liq. Shuning uchun har xil tajribaga ega bo'lgan haydovchilar bir xil sharoitda ishlasa ham yonilg'ining sarfi o'rtacha miqdoridan  $\pm 10\%$  ga farq qiladi.

Ayrim vaqtlarda haydovchilar «impulsiv harakat» metodini qo'llaydilar, ya'ni eng katta uzatmada avtomobil  $V_a$  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 ko'paytirishga sarflanadi. Avtomobilning keyinchalik nakat bilan harakatlanishi davrida yonilg'i juda kam sarflanadi.

Natijada yonilg'ining umumiy sarfi avtomobilning tekis harakatidagiga nisbatan biroz kamroq bo'ladi. Impulsiv harakat davrida dvigatel va transmissiya agregatlarining yeyilishi jadallashadi, haydovchining ishlash sharoiti yomonlashadi, shuning uchun bu usuldan ortiqcha foydalanish tavsiya etil-maydi.

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 tizimlarining ishlashi yomonlashadi.

Karburator ekonomayzeri klapanining yomon ishlashi yonilg'i sarfini 15% ga oshiradi. Olti silindrli dvigateling bitta svechasi ishlamasa, yonilg'i sarfi 20 ..25% ga, ikkitasi ishlamasa, 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 sovib ketgan bo'lsa, yonilg'i yetarli bug'lanmaydi. Sovitish tizimidagi suvning temperaturasi 95°C dan 75°C tushsa, yonilg'i 3...5 % ortiq sarflanadi.

Yonilg'i tejamkorligiga shassi agregatlarining texnik holati ham ta'sir qiladi. Podshipniklarni, tormoz tizimini noto'g'ri

rostlash, shinalardagi bosimning normadan kamayishi avtomobil harakatida ortiqcha qarshiliklarni tugʻdiradi va natijada, yonilgʻi sarfini oshirib yuboradi.

Avtomobilning yonilgʻi tejamkorligini yaxshilash uchun dvigatelning siqish darajasini oshirish, transmissiyada avtomatik uzatmalar qutisini oʻrnatish, yuk tashishda avtopoyezdlardan foydalanish kerak. Xoʻjaliklarda avtotransportdan foydalanishni toʻgʻri tashkil etish yaxshi samaralar beradi. Eksploatatsiya sharoitlarining oʻzgarishini va avtomobillar konstruksiyasining yaxshilanishini hisobga olib, yonilgʻi sarflash normalarini qayta koʻrib chiqish lozim. Pritsep va yarim pritseplar yordamida avtopoyezdlar tuzishni koʻpaytirish va umuman, avtomobillarning hamma vaqt yuklangan holda ishlashini taʼminlash zarur. Tajribalarning koʻrsatishicha, yuk avtomobillarining harakat tezligini 60 km/soatdan oshirish yaxshi natija bermaydi. Agar ular 70 km/soat tezlik bilan harakatlansa, yonilgʻi sarfi 9%, 80 km/soat tezlik bilan harakatlansa 20% ortadi. Ammo tez harakatlanishda esa unumdorlik ham ortadi. Avtoxoʻjaliklarda yonilgʻini tejash maqsadida ish kunining oxirida baklardagi ortib qolgan benzinni oʻlchash, haydovchilarga bir kunlik topshiriqni bajarishga yetadigan talon berish va ularni yoʻl varaqasida qayd etish kabi ishlarni amalga oshirish zarur.

### ***Nazorat savollari***

- 1. Avtomobilning yonilgʻi tejamkorligi eksploatatsion xususiyatiga taʼrif bering.*
- 2. Yonilgʻi tejamkorligining oʻlchagichlarini aytib bering.*
- 3. Yonilgʻi tejamkorligi grafigini chizing va u qaysi oʻlchagichlarni bogʻlovchi grafigligini koʻrsatib bering.*
- 4. Yonilgʻi tejamkorligining nomlari qanday belgilanadi?*
- 5. Yonilgʻi tejamkorligiga eksploatatsiya sharoiti qanday taʼsir koʻrsatadi?*
- 6. Yonilgʻi tejamkorligiga transport vositasining qanday konstruktiv parametrlari taʼsir koʻrsatadi?*
- 7. Avtomobil yonilgʻi tejamkorligini tajriba usulida aniqlash mumkinmi?*

## **VI bob. AVTOMOBILNING BOSHQARILUVCHANLIGI**

---

### **6.1. AVTOMOBILNING BOSHQARILUVCHANLIK O‘LCHAGICHLARI**

Avtomobilning berilgan yo‘nalishda turg‘un harakatlanish qobiliyati va harakat yo‘nalishining boshqarish organlari ta‘sirida aniq o‘zgarishi, uning boshqariluvchanligi deb ataladi.

Avtomobillar tezligi va harakat intensivligining oshishi haydovchidan harakat xavfsizligini ta‘minlash uchun avtomobilning harakat yo‘nalishini o‘zgartirishga doim tayyor bo‘lishini talab etadi. Avtomobilning boshqariluvchanligiga rul boshqarmasi, osmalarining kinematik va konstruktiv ko‘rsatkichlari, shinaning konstruksiyasi faol ta‘sir qiladi. Avtomobilning boshqariluvchanligiga juda ko‘p konstruktiv va ekspluatatsion omillar ta‘sir qilgani uchun uning bu ekspluatatsion xususiyatini bir o‘lchagich bilan aniqlab bo‘lmaydi. Avtomobil yaxshi boshqariluvchanlikka ega bo‘lishi uchun quyidagi shartlar bajarilishi zarur:

- 1) avtomobil burilayotganda boshqariluvchi (oldingi) g‘ildiraklari yon tomonga sirpanmasdan harakatlanishi zarur;
- 2) rul yuritmasi boshqariluvchi g‘ildiraklarning burilish burchaklari o‘rtasida to‘g‘ri nisbatni ta‘minlashi kerak;
- 3) boshqariluvchi g‘ildiraklar barqaror, ularning ixtiyoriy tebranishi minimal bo‘lishi kerak;
- 4) rul boshqarmasida teskari bog‘lanish mavjud bo‘lishi, ya‘ni yo‘ldan g‘ildirakka ta‘sir qiluvchi reaktiv kuchni teskari bog‘lanish tufayli haydovchi sezishi lozim.

### **6.2. BOSHQARILUVCHI G‘ILDIRAKLARNING SIRPANMASDAN G‘ILDIRASH SHARTI**

Avtomobilning oldingi o‘qidagi g‘ildiraklari  $\theta$  burchakka burilganda ularga ta‘sir qiluvchi kuchlarni tahlil qilamiz (6.1-rasm). Yetakchi o‘q ta‘sirida boshqariluvchi g‘ildiraklarga itaruvchi kuch  $P$  ta‘sir qiladi. U ikkita tashkil etuvchiga,

g'ildirakning aylanish tekisligiga parallel  $P_\tau$  va tik chiziq  $P_y$  kuchlariga ajraladi.  $P_\tau$  kuch g'ildirakning g'ildirashiga qarshilik kuchi  $P_{f_1}$  ni yengishga sarflanadi; ya'ni  $P_\tau = P_{f_1}$ . Yonaki ta'sir etuvchi  $P_y$  kuch esa oldingi o'qni yon tomonga siljishga majbur qiladi, unga g'ildirak bilan yo'l o'rtasidagi ilashish kuchi  $P_\phi$  qarshilik ko'rsatadi. Bu holda oldingi o'qning boshqarilish sharti quyidagicha ifodalanadi:

$$\bar{P}_{\phi_1} \geq \bar{P}_{y_1} + \bar{P}_{f_1} \quad (69)$$

yoki qiymatlari o'rniga qo'yilgandan so'ng

$$tg\theta \leq \frac{\sqrt{\varphi^2 - f^2}}{f}; \quad (70)$$

bunda  $\theta$  – oldingi o'q g'ildiraklarining burilish burchagi. Bu formula avtomobilning boshqariluvchanligini aniqlovchi

shartdir. (70) formulada  $\frac{\sqrt{\varphi^2 - f^2}}{f} = A$  deb belgilaymiz. Agar

$tg\theta < A$  bo'lsa, avtomobil boshqariluvchan;  $tg\theta > A$  bo'lsa, avtomobil boshqarilmaydigan, ya'ni sirpanib harakatlanadigan;  $tg\theta = A$  bo'lsa, avtomobil noturg'un muvozanatda bo'ladi.

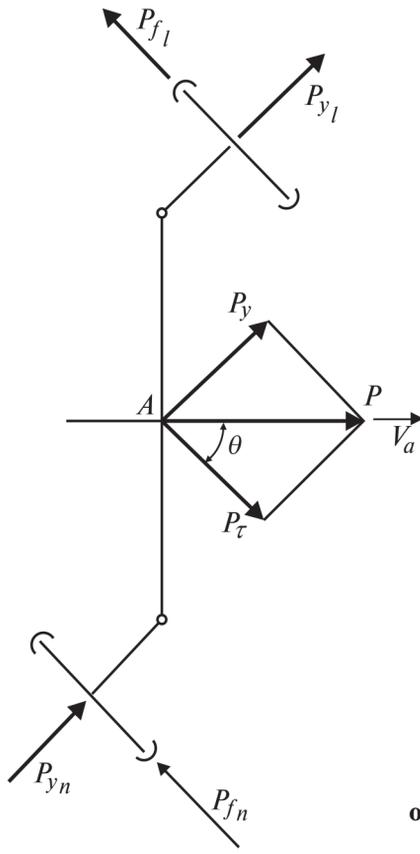
Avtomobil egri yo'nalish bo'ylab harakatlanganda unga markazdan qochma kuch  $P_{s_1}$  ta'sir etadi va u tezlikning kvadratiga bog'liqdir. G'ildiraklarning yonaki sirpanishi katta tezliklarda ham sodir bo'ladi, shuning uchun boshqariluvchanlik bo'yicha kritik tezlik  $v_{a_{kr}}$  ni aniqlash zarur:

$$v_{a_{kr}} \leq 3,6 \sqrt{\left( \frac{\sqrt{\varphi^2 - f^2}}{tg\theta} - f \right) \cdot g \cdot L \cdot \cos\theta}, \text{ km/soat} \quad (71)$$

bunda:  $L$  – avtomobil bazasi;

$g$  – jismning erkin tushish tezlanishi,  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

Agar  $v_{a_{kr}} < v_a$  bo'lsa, avtomobil oldingi g'ildiraklari yonaki sirpanmasdan boshqariladi;  $v_{a_{kr}} > v_a$  bo'lsa, avtomobil boshqarilmaydi, chunki  $\theta$  burchakning o'zgarishi bilan harakat



6.1-rasm.  
**Boshqariluvchi  
 oldingi o‘qqa ta’sir  
 qiluvchi kuchlar**

yo‘nalishini o‘zgartirib bo‘lmaydi;  $v_{a_{kr}} = v_a$  bo‘lsa, avtomobil noturg‘un muvozanatda bo‘ladi. Kritik tezlik qiymati oldingi g‘ildirakning burilish burchagi  $\theta$  ortishi bilan kamayadi,

Demak, avtomobil qanchalik katta  $\theta$  burchak bilan burilsa, uning tezligi shunchalik kam bo‘lishi kerak, shunda u boshqariluvchanligini yo‘qotmaydi.

Avtomobilning boshqariluvchanligiga  $\varphi, f$  koeffitsiyentlarning qiymatlari sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi.

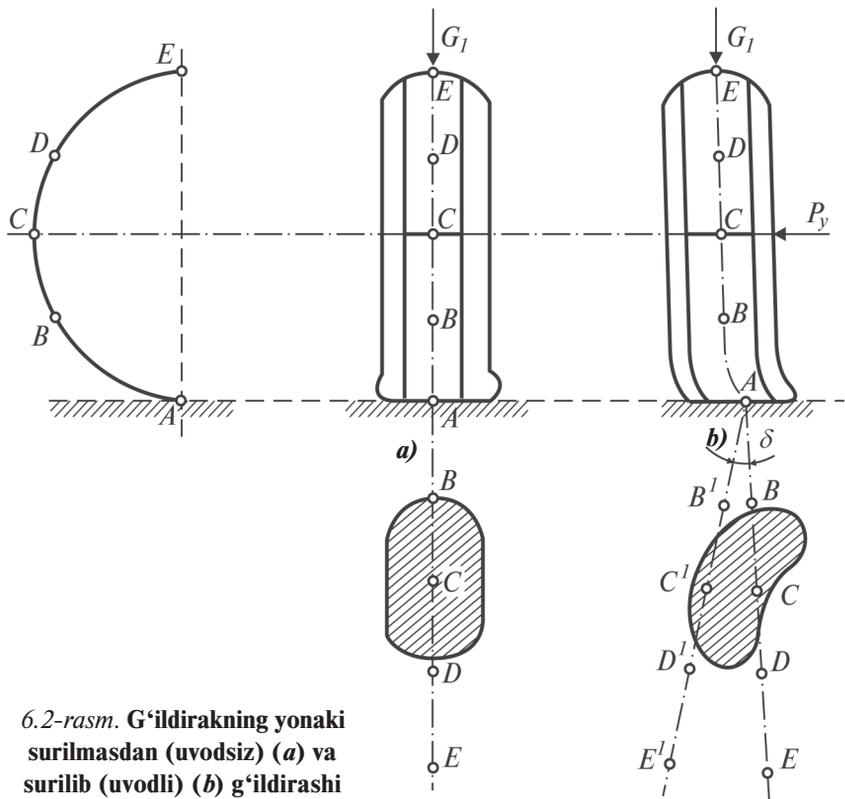
Ustki qobig‘i qattiq bo‘lgan yo‘llarda  $\varphi \gg f$  bo‘lgani uchun radiusi kichik burilishlarda ham avtomobil boshqariluvchanligini saqlab qoladi. Agar  $\varphi = f$  bo‘lsa, (71) formulada ildiz ostidagi son manfiy qiymatga ega bo‘lib, avtomobil boshqariluvchanligini yo‘qotadi.

Agar avtomobil tormozlanish vaqtida uning oldingi g'ildiraklari blokirovkalansa, g'ildiraklarni qanchalik burmaylik avtomobilning harakat yo'nalishi o'zgaraydi, ya'ni u boshqarilmaydi.

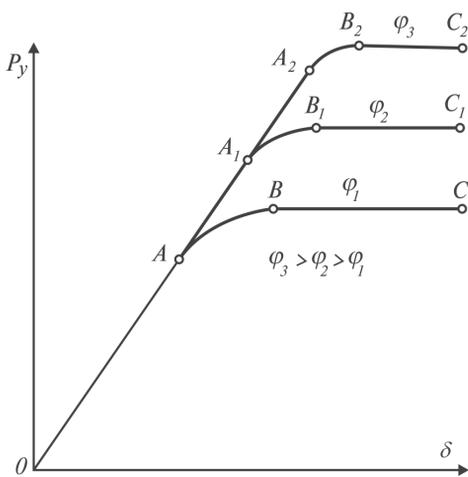
### 6.3. SHINANING YONAKI SURILISHI VA AVTOMOBILNING BURILUVCHANLIGI

Elastik shinaga yonaki kuch ta'sir etganda avtomobilning harakat yo'nalishini o'zgartirib yuborishi mumkin. Elastik shinaning yonaki surilishi sxemasini ko'rib chiqamiz (6.2-rasm).

G'ildirakka faqat og'irlik kuchi  $G_1$  ta'sir qilsin, shinaning perimetri bo'yicha  $A, B, C, D, E$  nuqtalarni belgilab, g'ildirakni aylantiramiz. Agar g'ildirakka qo'shimcha ravishda yonaki kuch  $P_y$  ta'sir qilsa, uning harakat yo'nalishi o'zgaradi.  $A, B,$



6.2-rasm. G'ildirakning yonaki surilmasdan (uvodsiz) (a) va surilib (uvodli) (b) g'ildirashi



6.3-rasm. Har xil ilashish koefitsiyentlarida ko'ndalang kuch va yonaki surilish burchagi o'rtasidagi bog'lanish

$C, D, E$  nuqtalar  $A', B', C', D', E'$  holatini egallaydi. Shina esa oldingi yo'nalishga  $\delta$  burchak ostida harakat qiladi: hosil bo'lgan  $\delta$  burchak, ya'ni g'ildirakning yo'nalish o'qi bilan haqiqiy yo'nalishi orasidagi burchak g'ildirakning yonaki surilish burchagi deyiladi. Yonaki surilish burchagi  $\delta$  bilan yonaki ta'sir etuvchi kuch  $P_y$  o'rtasida  $OA$  uchastkada to'g'ri proporsional bog'lanish mavjud (6.3-rasm).  $AB$  uchastkada  $P_y$  ning o'sishi shinaning qisman sirpanishiga sabab bo'ladi va proporsional bog'lanish yo'qoladi.  $P_\phi = P_y$  bo'lganda shina to'la sirpanadi va  $P_y$  o'zgarmasa ham  $\delta$  burchagi cheksiz ortib boradi.

$OABC$  chizig'i ilashish koefitsiyenti  $\phi_1$  uchun qurilgan bo'lsin. Agar  $\phi_3 > \phi_2 > \phi_1$  uchun  $OA_2B_2C_2$ ;  $OA_1B_1C_1$ ;  $OABC$  egri chiziqlar to'g'ri kelsa, ilashish koefitsiyentining ortib borishi bilan g'ildirakning yonaki surilishiga qarshilik ham oshadi. Yonaki ta'sir etuvchi kuch bilan surilish burchagi o'rtasidagi bog'lanish grafigining to'g'ri chizikli qismi uchun quyidagi tenglikni yozish mumkin:

$$P_y = K_{uv}\delta,$$

bunda  $K_{uv}$  – yonaki surilishga qarshilik koefitsiyenti bo'lib, bir radian yonaki surilish burchagini olish uchun qancha yonaki kuch ta'sir etishi zarurligini bildiradi. Yengil avtomobil shinalari uchun  $K_{uv} = 15...40$  kN/radian; yuk avtomobillari uchun esa  $60...150$  kN/radian. Shinadagi ichki bosim, karkas qatlamlarining soni, to'g'in enining ortishi yonaki surilishga

qarshilik koeffitsiyentini orttiradi. Vertikal kuch  $G_1$  ma'lum chegaragacha  $K_{uv}$  koeffitsiyentini orttiradi, keyin esa kamaytiradi, g'ildirakka ta'sir etuvchi burovchi moment  $K_{uv}$  ni kamaytiradi. Avtomobil o'qlarining yonaki surilish burchaklarini uning to'g'ri yoki egri chiziqli harakati davrida aniqlash mumkin. Avtomobilning to'g'ri chiziqli harakati davrida yonaki surilish burchagini aniqlash uchun g'ildiraklar markaziga bir tomondan kinoapparat obyektivini yerga qaratib, uning kadrlar chegarasi avtomobilning bo'ylama o'qiga parallel ravishda o'rnatiladi. Avtomobilning harakati davrida yo'l tekisligidagi dog'lar chiziqlar shaklida plyonkaga tushadi. Ana shu chiziqlarning plyonka bo'ylama o'qi bilan hosil qilgan burchagi shu g'ildirakning yonaki surilish burchagi deyiladi.

Avtomobil egri chiziq bo'ylab harakatlanayotganda uning o'qlaridagi  $\delta$  burchaklari MADI (Moskva avtomobil va yo'llar instituti) usulida aniqlanadi. Avtomobil saloniga bakcha o'rnatilib, uning oldingi va orqa o'qlari o'rtasiga yerga qaratib forsunkalar mahkamlanadi. Forsunkalarga truba orqali bakchadan rangli suv 0,2...0,3 MPa bosim ostida beriladi. Sinash boshida avtomobil gorizontal maydonda 3...5 km/soat tezlikda harakatlanadi (6.4-rasm). Tezlik o'zgarmas qiymatga ega bo'lganda bakchanning jo'mragi ochilib, forsunkalardan asfaltga suv purkaladi va yo'lda hosil bo'lgan izlarning diametri o'lchanadi. Katta  $R_1$  radiusli aylana oldingi o'q o'rtasining yo'nalishini, kichik  $R_2$  radiusli aylana orqa o'q o'rtasining yo'nalishlarini ko'rsatadi. Aylanma harakat tezligi juda kichik bo'lganligi uchun  $v_a = 0$  deb faraz qilinadi.

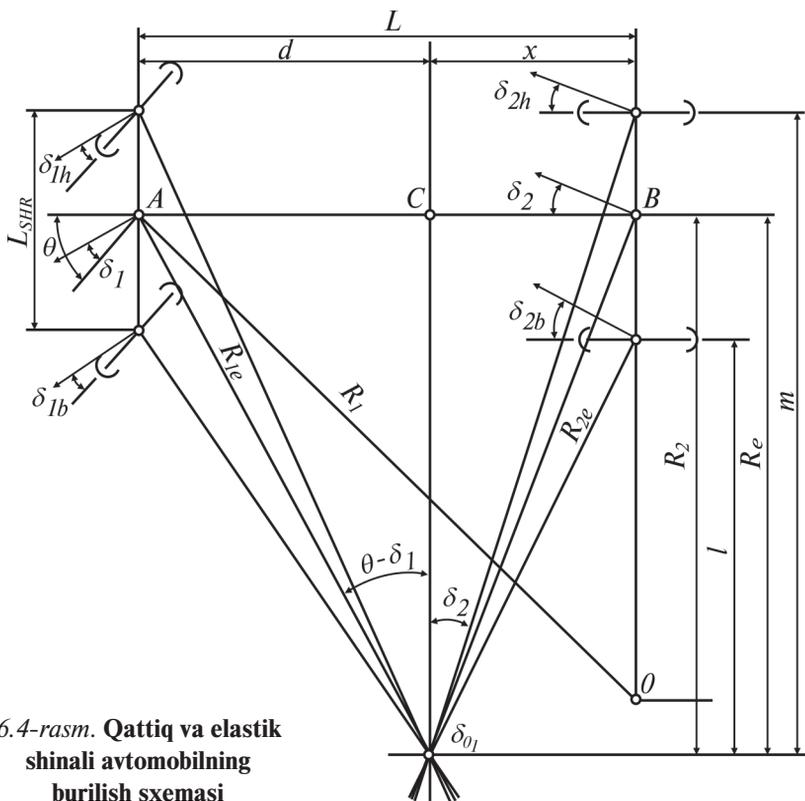
Shunda  $\triangle OAB$  dan oldingi g'ildiraklarning burilish burchagi:

$$\sin \theta = \frac{L}{R_1} = \frac{\sqrt{R_1^2 - R_2^2}}{R_1}. \quad (73)$$

Shu eksperimentni  $\theta$  burchak o'zgarmaganda, lekin tezlik 20...25 km/soat bo'lganda qaytariladi. Shinalar elastik bo'lgani uchun yonaki surilish ta'sirida aylanalar radiusi  $R_1$  va  $R_2$  bo'ladi (6.4-rasm) va aylanish markazi  $O_1$  nuqtaga ko'chadi.  $\triangle O_1AC$  va  $\triangle O_1CB$  dan:

$$R_{1e} \cos(\theta - \delta_1) = R_{2e} \cos \delta_2. \quad (74)$$

$$R_{1e}^2 [1 - \sin^2(\theta - \delta_1)] = R_{2e}^2 (1 - \sin^2 \delta_2). \quad (75)$$



6.4-rasm. Qattiq va elastik shinali avtomobilning burilish sxemasi

6.4-rasmdan quyidagini yozish mumkin:

$$X = L - d.$$

Qiymatlarni o'rniga qo'ysak:

$$R_{2e} \sin \delta_2 = L + R_{1e} \sin(\theta - \delta_1). \quad (76)$$

(76) tenglamani kvadratga ko'tarib (75) bilan birga yechsak quyidagicha bo'ladi:

$$\sin(\theta - \delta_1) = \frac{L^2 + R_{1e}^2 - R_{2e}^2}{2LR_{1e}} ;$$

$$\sin \delta_2 = \frac{L^2 + R_{2e}^2 - R_{1e}^2}{2LR_{2e}} , \quad (77)$$

bunda  $\delta_1, \delta_2$  — oldingi va orqa o'qlarning yonaki surilish burchaklari.

(77) tenglamadan  $\theta$  ning qiymati aniq bo'lsa,  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  burchaklarini aniqlash mumkin. Formuladan ko'rinib turibdiki,  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  burchaklarning qiymatlari baza  $L$ , avtomobil shinasining xarakteristikasi, osma, rul trapetsiyasi va boshqalar ta'sirida o'zgarishi mumkin. Shunday qilib, yonaki kuchlar ta'sirida g'ildiraklarning surilishi avtomobilning harakat tezligi, tezlanishi va yo'nalishini o'zgartirishi mumkin. Misol tariqasida, avtomobilning yonaki surilishi natijasida aylanish radiuslarining o'zgarish sxemasini ko'rib chiqamiz:

$$L=d+X$$

yoki 
$$L=R_e \operatorname{tg}(\theta-\delta_1)+R_e \operatorname{tg} \delta_2,$$

bundan

$$R_e = \frac{L}{\operatorname{tg}(\theta-\delta_1)+\operatorname{tg} \delta_2}. \quad (78)$$

Agar  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  burchaklar uncha katta emasligini hisobga olsak  $\operatorname{tg}(\theta-\delta_1)=\theta-\delta_1$  bo'ladi. Bu holda (78) tenglama quyidagicha yoziladi:

$$R_e = \frac{L}{\theta+\delta_2-\delta_1} \quad (79)$$

(79) tenglikdan quyidagi xulosalarni chiqarish mumkin:

a) avtomobil yonaki surilganda uning yo'nalishi  $\theta$ ,  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  burchaklarga bog'liq bo'ladi;

b) agar boshqariluvchi g'ildiraklar burilmagan ( $\theta=0$ ) va g'ildiraklar yonaki surilish burchagiga ega bo'lsa, avtomobil egri chiziqli yo'nalish bo'ylab harakatlanadi.

Agar avtomobil g'ildiraklari elastikmas, ya'ni  $\delta_1 = \delta_2 = 0$  bo'lsa, u vaqtda (79) tenglik quyidagi shaklni oladi:

$$R_e = \frac{L}{\operatorname{tg} \theta} \approx \frac{L}{\theta}. \quad (80)$$

$\delta_1$ ,  $\delta_2$  burchaklar bir-biri bilan qanday bog'lanishda va ular avtomobilning harakatiga qanday ta'sir etishi mumkin? Burchaklar o'rtasidagi munosabat avtomobilning buriluvchanligini belgilaydi.

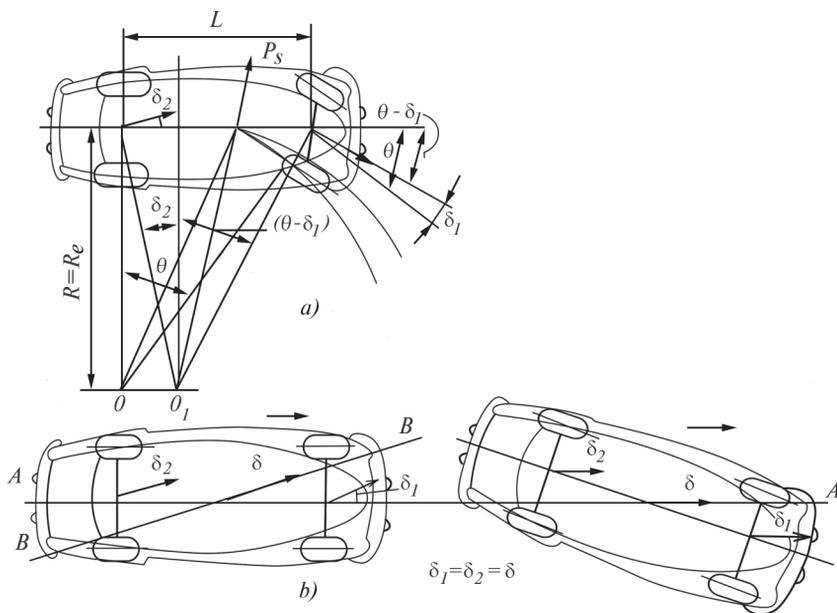
*Buriluvchanlik* deganda, elastik shinali avtomobilning yonaki surilishi natijasida boshqariluvchi g'ildiraklarning vaziyatiga

bog'liq bo'lgan harakat yo'nalishidan chetlashish xususiyati tushuniladi. Buriluvchanlik oldingi va orqa o'qlar yonaki surilish burchaklarining ayirmasi bilan ifodalanadi:

$$\Delta\delta = \delta_1 - \delta_2.$$

$\Delta\delta$  ning qiymati yonaki kuch ta'sirida o'zgarib,  $P_y = (0, 3 \dots 0, 4)$  Ga bo'lganda optimal qiymati  $\Delta\delta = 2 \dots 3^\circ$  bo'lishi kerak. Avtomobilda uch turli: neytral, chala va ortiqcha buriluvchanlik bo'ladi. Agar oldingi va orqa o'qlarning yonaki surilish burchaklari o'zaro teng ( $\delta_1 = \delta_2$ ) bo'lsa,  $R_e = R$  bo'ladi va avtomobil neytral *buriluvchanlikka* ega deyiladi. Lekin bu vaqtda biki shinali avtomobil yo'nalishi neytral buriluvchanlikka ega bo'lgan avtomobil yo'nalishidan farqlanadi, chunki aylanish markazlari  $O_1$  va  $O$  ikkala holda turli vaziyatni egallaydi (6.5-rasm).

Ko'rinib turibdiki, biki shinali avtomobil og'irlik markazining harakatlanish yo'nalishi (shtrixli chiziq) elastik shinali avtomobilnikidan (shtrix punktirli chiziq) farq qiladi. Ikkala hol uchun to'g'ri chizikli harakat yo'nalishlari ham har xil



6.5-rasm. Neytral buriluvchanlikka ega bo'lgan avtomobilning harakat sxemasi

bo'ladi. Agar biki shinali avtomobil to'g'ri chiziqli harakatda bo'lsa, u yonaki kuch ta'sirida surilish boshlanguncha to'g'ri chiziqli harakatda bo'ladi. Agar avtomobil neytral buriluvchanlikka ega bo'lsa, yonaki surilish ta'sirida oldingi yo'nalishda  $\delta$  burchak ostida  $BB$  chizig'i bo'ylab to'g'ri chiziqli harakat qilaveradi (6.5-b rasm). Harakatni berilgan  $AA$  yo'nalish bo'yicha davom ettirish uchun haydovchi avtomobilni teskari tomonga, bo'ylama o'q  $AA$  bilan  $\delta$  burchak hosil qilguncha buradi.

Agar  $\delta_1 > \delta_2$  bo'lsa,  $R_e > R$  bo'ladi va avtomobil chala buriluvchanlikka ega bo'ladi. Elastik shinali avtomobilning biki shinali avtomobil yo'nalishi bo'ylab yurishi uchun uning oldingi g'ildiraklarini katta burchakka burish zarur. Agar  $\delta_1 < \delta_2$  bo'lsa,  $R_e < R$  bo'ladi va avtomobil ortiqcha buriluvchan deyiladi. Elastik shinali avtomobilning biki shinali avtomobil yo'nalishi bo'ylab yurishi uchun uning oldingi g'ildiraklarini biki shinali g'ildiraklarnikidan kichikroq burchakka burish kerak.

Demak, chala buriluvchan avtomobil, ortiqcha buriluvchan avtomobilga qaraganda harakat yo'nalishini yaxshiroq saqlaydi.

#### 6.4. KUZOVNING KO'NDALANG OG'ISHI

Avtomobilning boshqariluvchanligiga kuzovning ko'ndalang og'ishi ham ta'sir qiladi. Avtomobil massalari o'zaro qattiq, sharnirli va elastik elementlar (prujina, ressa) vositasida bog'langan va ular bir-biriga nisbatan harakatda bo'ladi. Avtomobil massalarini elastik biriktirilgan (ressoralangan) massa (kuzov) va elastik biriktirilmagan (ressoralanmagan) massa (g'ildiraklar, o'qlar) larga ajratish mumkin.

Avtomobilning o'ng va chap g'ildiraklariga tushadigan og'irlik kuchi yonaki kuchlar ta'sirida qayta taqsimlanib, kuzov ko'ndalang og'ish o'qi atrofida buraladi.

Oldingi va orqa o'qlarning og'ish markazlarini birlashtiruvchi chiziq og'ish o'qi deb ataladi. Kuzovning ko'ndalang og'ish paytida uning old va orqa qismi buraladigan nuqtasi og'ish markazi deb ataladi. Og'ish markazining vaziyati osmalarning kinematik sxemalariga bog'liq. Kuzovning og'ish burchagi  $\psi_k$  quyidagicha aniqlanadi:

$$\psi_k = \frac{P_y \cdot h_{og'}}{C_\alpha - G_k \cdot h_{og'}}, \text{radian}; \quad (81)$$

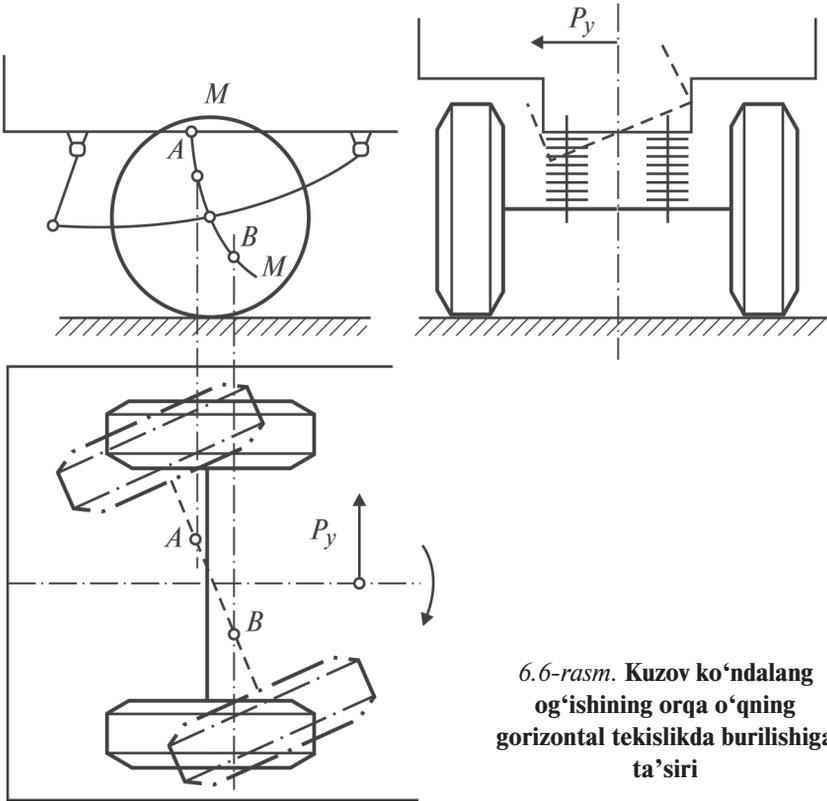
bunda  $G_k$  – kuzov og‘irligi;

$h_{og'}$  – og‘ish yelkasi,

$C_\alpha$  – osmaning burchak bikrligi.

Osmalar kinematikasi avtomobilning boshqariluvchanligiga katta ta’sir ko‘rsatadi, chunki kuzovning ko‘ndalang og‘ishi orqa o‘qni gorizontal tekislikda buradi yoki oldingi va orqa g‘ildiraklarning vertikal tekislikka nisbatan og‘ishini ta’minlaydi. Avtomobil orqa resorasining oldingi qismi kuzovga oddiy sharnir, orqa qismi esa ilgakli sharnir bilan mahkamlangan (6.6-rasm).

Ressora kuzovning og‘ishi natijasida egilganda orqa o‘q g‘ildiraklarining markazi  $MM$  yoyi bo‘ylab siljiydi. Kuzov bir tomonga og‘ganda shu tomondagi ressorani siqadi, teskari



6.6-rasm. Kuzov ko‘ndalang og‘ishining orqa o‘qning gorizontal tekislikda burilishiga ta’siri

tomondagisini esa choʻzadi. Shunda chap va oʻng gʻildirak markazlari oʻqning neytral holatidan har xil tomonga oʻtib qoladi, natijada orqa oʻq burchak siljishiga ega boʻladi. Bu vaqtda avtomobil ortiqcha buriluvchan boʻladi. Agar ressonaning oldingi qismi ilgakli, orqa qismi esa oddiy sharnir bilan mahkamlansa, orqa oʻq teskari tomonga burilib, avtomobil chala buriluvchanlik xususiyati paydo boʻlishi mumkin.

### **6.5. BOSHQARILUVCHI GʻILDIRAKLARNING BURILISH BURCHAKLARI OʻRTASIDAGI BOGʻLANISH**

Maʼlumki, avtomobil aylana boʻylab harakatlanganda ichki va tashqi gʻildiraklar har xil yoʻlni bosib oʻtadi. Gʻildiraklar yonga sirpanmasdan gʻildirashi uchun ichki gʻildirakning burilish burchagi tashqisidan katta boʻlishi kerak. Bu vazifani rul trapetsiyasi bajaradi.

Chap va oʻng gʻildiraklar burilish burchaklari oʻrtasidagi bogʻlanish xarakterini aniqlash uchun biki shinali avtomobilning aylana boʻylab harakatini koʻrib chiqamiz (6.7-rasm).  $\triangle OAB$  va  $\triangle OCD$  dan:

$$ctg\theta_t = \frac{OA}{L}; \quad ctg\theta_i = \frac{OC}{L}.$$

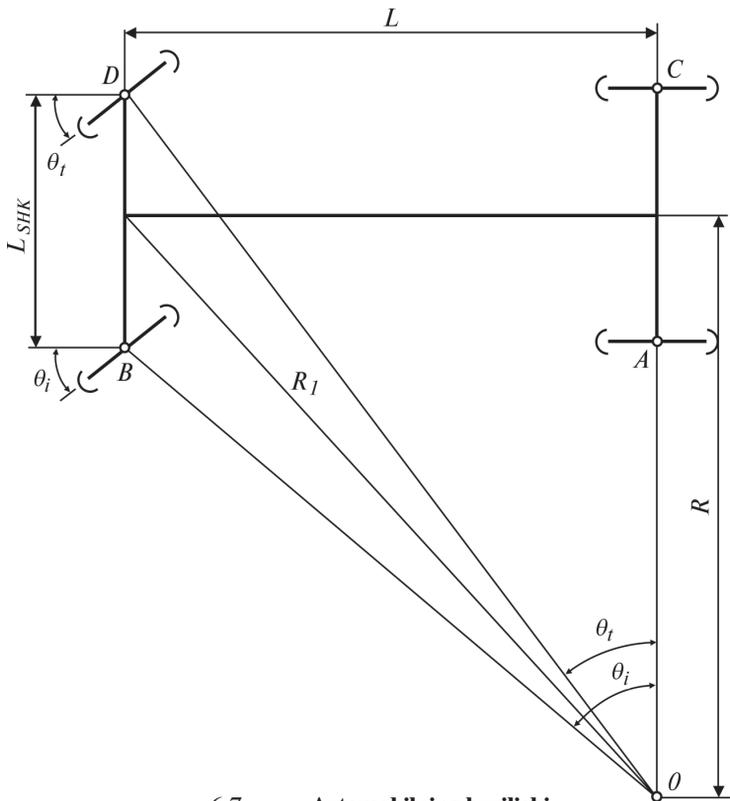
Ikkinchi tenglikdan birinчисini ayiramiz:

$$ctg\theta_t - ctg\theta_i = \frac{OC - OA}{L} = \frac{L_{shk}}{L}, \quad (82)$$

bunda:  $\theta_t$ ,  $\theta_i$  – tashqi va ichki gʻildiraklar burilish burchaklari;  
 $L_{shk}$  – shkvoren markazlari orasidagi masofa.

Professor B. K. Mlodziyevskiyning aniqlashicha (82) formula shartini rul trapetsiyalari toʻla qanoatlantirmaydi. Shuning uchun rul trapetsiyasi ekspluatatsiyada koʻproq uchraydigan va gʻildirak kichik burchaklarga burilganda (82) formula sharti bajariladigan qilib loyihalanaadi. Gʻildirakning burilish burchagi  $12^\circ \dots 15^\circ$  dan katta boʻlmasa,  $\theta_t \approx \theta_i \approx \theta_{or}$  deyish mumkin.

Agar avtomobil gʻildiraklari elastik boʻlib, yonaki surilib harakatlanayotgan boʻlsa,  $\theta_t$  va  $\theta_i$  lar oʻrtasidagi bogʻlanish quyidagicha boʻladi:



6.7-rasm. Avtomobilning burilishi

$$\operatorname{ctg}\theta_t - \operatorname{ctg}\theta_i = \frac{L \left( 127L - \frac{G_2}{K_{uv2}} \cdot v_a^2 \right)}{\left( 127L - \frac{G_2}{K_{uv2}} \cdot v_a^2 + \frac{G_1}{K_{uv1}} \cdot v_a^2 \right)^2}, \quad (83)$$

bunda  $K_{uv1}$ ,  $K_{uv2}$  – oldingi va orqa o‘qlarning yonaki sirpanishiga qarshilik koeffitsiyentlari.

(82), (83) formulalardan ko‘rinib turibdiki, elastik shinali avtomobil yonaki surilib harakatlansa, uning harakati o‘zgaradi. Demak,  $\theta$ ,  $\theta_i$  burchaklarning o‘zaro bog‘lanishi ham o‘zgaradi. Shuning uchun rul trapetsiyasi avtomobil uchun xarakterli rejimlarda g‘ildiraklarning haqiqiy burilish burchagi uning nazariy aniqlangan qiymatidan kam farq qiladigan qilib yasaladi.

## 6.6. BOSHQARILUVCHI G'ILDIRAKLARNING TEBRANISHI

Avtomobil boshqariluvchi g'ildiraklarining tebranishi unga qiymati va yo'nalishi o'zgaruvchan kuchlar ta'sirida hamda elastik elementlarning mavjudligidan sodir bo'ladi. Avtomobil harakati vaqtida boshqaruvchi g'ildiraklar oldingi o'q bilan birgalikda vertikal yo'nalishda, rul trapetsiyasi bilan esa shkvoren atrofida gorizontaal tekislikda tebranadi.

Boshqariluvchi g'ildiraklarning tebranishi avtomobilning notekis yo'ldan harakati davrida shinalarining muvozanatda emasligidan, rul yuritmasi va oldingi osmaning kinematikasi bir-biriga nomuvofiqiligidan sodir bo'lishi mumkin.

G'ildiraklarning gorizontaal tekislikda majburiy burchak ostida tebranishlari natijasida avtomobil harakat yo'nalishidan chetlashadi va agar tebranish amplitudasi ortib ketsa, avtomobil uchun xavf tug'dirishi ham mumkin, shina va rul yuritmasi detallarining yeyilishi ortib ketadi, g'ildiraklarning g'ildirashiga qarshilik ko'payadi.

Oldingi o'qning chap g'ildiragi yo'ldagi do'nglikka ko'tarilgan, o'ng g'ildiragi esa tekislikda harakat qiladi desak, u holda g'ildirakni shkvoren atrofida gorizontaal tekislikda burrovchi  $M'_g$  giroskopik momenti hosil bo'ladi:

$$M'_g = J_p \cdot \omega_1 \cdot \omega_2 \quad N \cdot m;$$

bunda:  $J_p$  – oldingi g'ildiraklarning qutbiy inersiya momenti, Nm/s<sup>2</sup>;

$\omega_1$  – g'ildirakning salfada aylanish burchak tezligi, rad/s;

$\omega_2$  – o'qning vertikal tekislikda og'ish burchak tezligi.

Aksincha, boshqariluvchi g'ildiraklar giroskopik moment ta'sirida shkvoren atrofida  $\omega_3$  burchak tezligi bilan burilsin deylik. Bunda g'ildirak o'z o'qi atrofida  $\omega_1$  burchak tezligi bilan aylangani sababli vertikal tekislikda ta'sir etuvchi va o'qning og'ishini ko'paytiruvchi ikkinchi  $M''_g$  giroskopik moment hosil bo'ladi:

$$M''_g = J_p \cdot \omega_1 \cdot \omega_3.$$

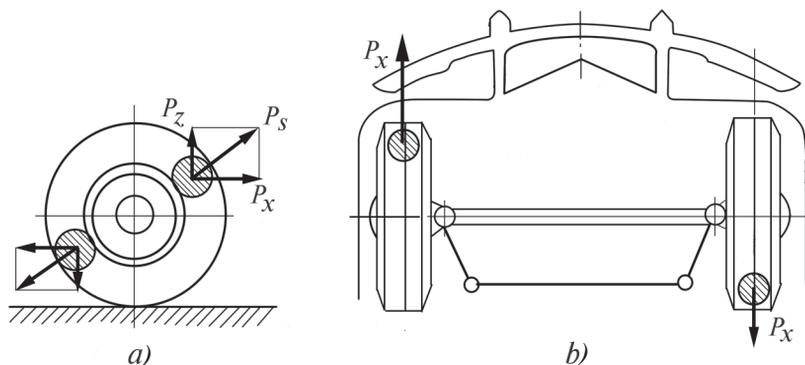
Shunday qilib, oldingi o'qning vertikal tekislikda og'ishi g'ildiraklarning gorizontaal tekislikda burilishi burchak tezligini va o'qning og'ishini kuchaytiradi. Ikkala tebranish tizimi bir-

biri bilan bogʻliq, shuning uchun oʻq va gʻildiraklarning tebranishi mos ravishda boʻladi: chap gʻildirak yuqoriga harakat qilayotgan boʻlsa, ayni vaqtda oʻng tomonga buriladi va aksincha, pastga harakat qilsa, chapga buriladi. Demak, agar oʻqning vertikal tekislikda ogʻishida chap gʻildirak koʻtarilsa, oʻng gʻildirak yerga jipslashadi va ikkala gʻildirak oʻngga buriladi.

Giroskopik momentni kamaytirish uchun oldingi chap va oʻng gʻildiraklar mustaqil osmali yasaladi. Gʻildirak va oʻqning tebranishidan hosil boʻlgan qarshilik esa dvigatelning qoʻshimcha energiyasi hisobiga yengiladi. Demak, tebranish qoʻshimcha yonilgʻi sarfini talab etadi va avtomobilning yonilgʻi tejamkorligini yomonlashtiradi. Bundan tashqari, tebranish davrida gʻildirakning tinimsiz siljishi shina protektorining yeyilishini kuchaytiradi.

Avtomobil harakati davrida erkin tebranish bilan birga, davriy taʼsir etuvchi kuchlar majburiy tebranishni hosil qiladi. Shunday kuchlar gʻildirakning muvozanatsizligidan hosil boʻladi. Muvozanatsiz gʻildirak aylanganda markazdan qochma kuch  $P_s$  hosil boʻladi (6.8-a rasm). Gʻildirak bu kuchning gorizontaal tashkil etuvchisi  $P_x$  taʼsirida shkvoren atrofida buriladi, vertikal tashkil etuvchisi  $P_z$  taʼsirida esa yuqoriga harakatlanadi.  $P_x$  va  $P_z$  kuchlarning yoʻnalishi oʻzgarishi sababli gʻildirak harakat vaqtida tebranadi.

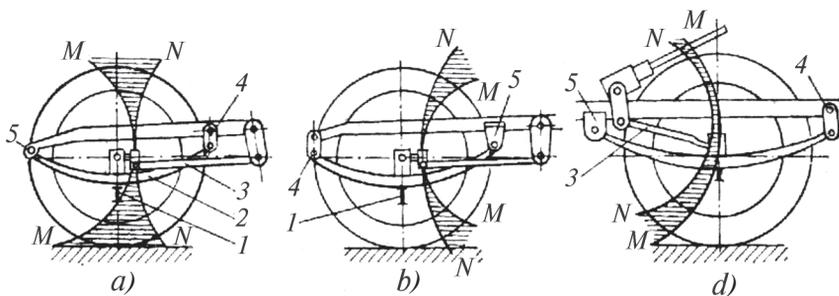
Agar chap va oʻng gʻildiraklar muvozanatlanmagan boʻlib, ularning  $P_x$  kuchlari bir tekislikda, lekin gʻildirakning aylanish oʻqidan turli tomonda yotsa (6.8-b rasm), ikkala gʻildirakdagi burovchi momentlar qoʻshilib, tebranish kuchayib ketadi.



6.8-rasm. Boshqariluvchi gʻildiraklar disbalansi

Boshqariluvchi g'ildiraklar avtomobil kuzoviga ikki tomonlama, ya'ni rul yuritmasi va osma vositasida birlashtirilishi sababli bu g'ildiraklar lapanglab aylanishi mumkin.

Ramaga (6.9-rasm) old qismi oddiy sharnir 5, orqa qismiga esa ilgak 4 bilan birlashtirilgan ressa 2 egilganda oldingi o'q  $MM$  yoyi bo'yicha harakat qiladi. Shunda old o'qning tebranish o'q chizig'i sharnir 5 yonida joylashadi. Bo'ylama rul tortqisi 3 ning oldingi uchi rul soshkasining barmog'i atrofida  $NN$  yoyi bo'yicha tebranadi.  $MM$  va  $NN$  yoylarning qavariq tomoni bir-biriga qarama-qarshi joylashgani uchun g'ildirak vertikal harakatlanishi bilan bir vaqtda shkvoren atrofida ham buriladi. Bu esa boshqariluvchanlikni yomonlashtiradi va haydovchini charchatadi. G'ildirakning lapanglashini kamaytirish uchun g'ildirak markazi va bo'ylama rul tortqisi oxirining yo'nalishlarini yaqinlashtirish zarur. Buning uchun ressaning oldingi qismi kuzovga ilgak 4, orqa qismi esa oddiy sharnir 5 bilan birlashtiriladi (6.9-b rasm) yoki rul mexanizmi oldingi o'q yaqinida joylashtiriladi (6.9-d rasm).



6.9-rasm. Boshqariluvchi g'ildiraklarning tebranishi

## 6.7. BOSHQARILUVCHI G'ILDIRAKLARNI STABILLASH

Boshqariluvchi g'ildiraklarning neytral holatini saqlash va bu holatga avtomatik ravishda qaytish xususiyati stabillash deb ataladi. G'ildiraklarning stabilligi avtomobil to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanganda ko'rinadi. G'ildiraklar stabillanmagan bo'lsa, avtomobil harakati turg'un bo'lmay, haydovchi yo'nalishni to'g'rilash uchun rulni tinimsiz chap-o'ng tomonga burishi kerak. Stabillanmagan g'ildiraklar haydovchini tez charchatadi, shina va rul yuritmasi detallarining tez yeyilishiga

sabab bo‘ladi. Agar boshqariluvchi g‘ildiraklar yaxshi stabillangan bo‘lsa, haydovchi rul chamberagini qo‘yib yuborganda ham avtomobil to‘g‘ri chiziqli yo‘nalish bo‘yicha harakatlanadi. Bunday avtomobilning boshqariluvchi g‘ildiraklari burilish tugagach, rul chamberagiga hech qanday kuch qo‘yilmasa ham, neytral vaziyatga o‘zicha qaytadi. Bu esa haydovchining ishini osonlashtiradi, avtomobilning to‘siqqa urilish ehtimolini kamaytiradi.

Avtomobilning to‘g‘ri va egri chiziqli harakatida g‘ildiraklarni stabillash har xil bo‘ladi. To‘g‘ri chiziqli harakat uchun stabillik 1 km masofa  $s$  da rul chamberagini burilish soni  $n_r$  va chastotasi  $\lambda_r$  bilan belgilanadi, ya’ni

$$n_r = \frac{n}{s}, \frac{\text{burilish}}{\text{km}}; \quad \lambda_r = \frac{n}{t}; \quad \frac{\text{burilish}}{\text{min}}. \quad (94)$$

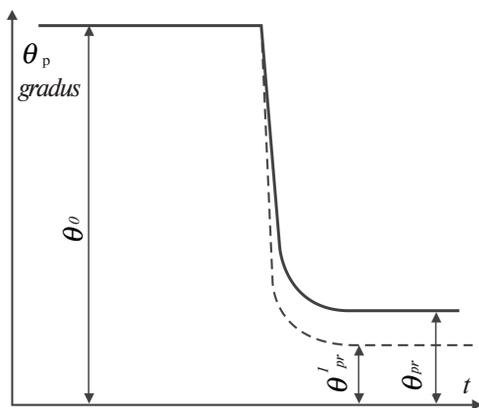
Bundan tashqari, rul chamberagining burilish amplitudasi  $\alpha_r$  va burchakli tezligi  $\omega_r$  to‘g‘ri chiziqli harakatdagi stabillik o‘lchagichi hisoblanadi:

$$\alpha_r = \frac{A_r}{S}, \frac{\text{grad}}{\text{km}}; \quad \omega_r = \frac{A_r}{t}; \quad \frac{\text{grad}}{\text{min}}; \quad (95)$$

bunda  $n_r$  —  $s$  masofada,  $t$  vaqt ichida rul chamberagining burilish soni;

$A_r$  — shu burilishlarning amplitudalari yig‘indisi, gradus.

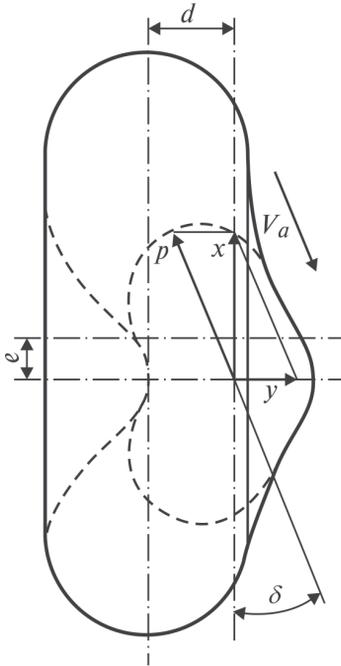
Avtomobilning burilishidagi stabiligi rul chamberagining burilish burchak tezligi  $\dot{\theta}_r$  va  $\theta_{pr}$  burchaklari bilan xarakterlanadi. Egri chiziqli yo‘nalishdagi g‘ildiraklar stabiligini amaliy



6.10-rasm. G‘ildiraklarning stabil bo‘lish grafigi

aniqlash uchun aylana bo'yicha oldingi g'ildiragi  $\theta_0$  burchakka burilib harakatlanayotgan avtomobil rulini haydovchi qo'yib yuboradi (6.10-rasm). Natijada  $\theta_0$  burchagiga burilgan g'ildirak teskari tomonga aylanib, neytral holatga qaytishga intiladi.

Lekin rul va oldingi o'q detallarida zazor borligi sababli dastlabki holatiga qaytishi uchun  $\theta_{pr}$  burchagi yetishmaydi.  $\theta_{pr}$  burchagi qanchalik kichik, grafikning to'g'ri chiziqli qismi esa tik bo'lsa, bunday avtomobil g'ildiraklari shunchalik stabil bo'ladi.



6.11-rasm. Stabillik momentining kelib chiqishiga sxema

G'ildirakni stabillovchi moment  $M_{st}$  normal reaksiya  $z$ , urinma reaksiya  $x$ , yondan ta'sir etuvchi reaksiya  $y$  hamda shinaning elastiklik momenti ta'sirida hosil bo'ladi. Stabillovchi momentni aniqlash uchun harakatdagi yetakchi g'ildirak sxemasini ko'rib chiqamiz (6.11-rasm). Harakatdagi g'ildirakning yo'l bilan kontakt markazi va vektori bo'ylab yo'nalgan. Barabandan shinaga  $X$  reaksiyasi ta'sir etadi. Uni  $p$  va  $y$  tashkil etuvchilarga ajratamiz. Sxemadan

$$P = x \cos \delta - y \sin \delta. \quad (86)$$

Agar g'ildirak tekis harakatda bo'lsa, uning aylanish o'qiga nisbatan momentlar muvozanatidan quyidagini yozamiz:

$$x = \frac{M_k}{r_k} - G_k \cdot f. \quad (87)$$

$X$  ning qiymatini (86) ifodaga qo'yib,  $y$  ni aniqlaymiz:

$$\frac{P}{\sin \delta} = \frac{M_k}{r_k} \cdot \text{ctg} \delta - G_k \cdot f \cdot \text{ctg} \delta - y, \quad (88)$$

$$y = \frac{M_k}{r_k} \cdot \text{ctg} \delta - G_k \cdot f \cdot \text{ctg} \delta - \frac{P}{\sin \delta};$$

bunda:  $M_k$  – g‘ildirakka uzatilgan burovchi moment;  $r_k$  – g‘ildirak radiusi;  $y$  – yonaki surilish burchagi.

G‘ildirakni stabillovchi momentni tajriba o‘tkazish vaqtida quyidagicha aniqlash mumkin:

$$M_{st} = y \cdot e + x \cdot d. \quad (89)$$

(89) ifodaning qiymatlarini o‘rniga qo‘yamiz:

$$M_{st} = \left( \frac{M_k}{r_k} \operatorname{ctg} \delta - G_k \cdot f \cdot \operatorname{ctg} \delta - \frac{P}{\sin \delta} \right) \cdot e + \left( \frac{M_k}{r_k} - G_k \cdot f \right) \cdot d. \quad (90)$$

Tenglama (90) dan ko‘rinib turibdiki, stabillovchi moment  $M_{st}$ , g‘ildirakka ta’sir etuvchi urinma kuchlar momenti  $M_x$ , vertikal kuchlar momenti  $M_z$ , yonaki kuchlar momenti  $M_y$ , yonaki surilish burchagi  $\delta$  va shinaning elastikligi  $M_{sh}$  ga bog‘liq ya’ni

$$M_{st} = M_{sh} + M_x + M_z + M_y.$$

Stabillovchi momentning tashkil etuvchilari foiz hisobida quyidagicha taqsimlanadi:  $M_{sh} = 50...55\%$ ;  $M_x = 2...3\%$ ;  $M_z = 10...12\%$ ;  $M_y = 35...40\%$ . Stabillovchi momentga eng ko‘p ta’sir etuvchi omillar shinaning elastikligi va shkvorenning bo‘ylama egilishi bo‘lib,  $M_{sh}$  va  $M_y$  momentlariga faol ta’sir etadi.

## 6.8. EKSPLOATATSIYADA UCHRAYDIGAN OMILLARNING BOSHQARILUVCHANLIKKA TA’SIRI

Avtomobilning boshqariluvchanligiga ko‘pgina eksploatatsion omillar ta’sir qiladi. Boshqariluvchi g‘ildiraklarning burilish burchaklari o‘rtasidagi bog‘lanish avtomobil eksploatatsiyasi davrida oldingi o‘q va rul yuritmasi detallarining yeyilishi natijasida o‘zgaradi.

G‘ildiraklarning yaqinlashuvi rul trapetsiyasi ko‘ndalang tortqisining uzunligini o‘zgartirib rostlanadi. Agar ko‘ndalang tortqi 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 richaglari 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 shinning yeyilishini biroz kamaytiradi. G'ildiraklarning yaqinlashuvini rostlashda rul trapetsiyasi ko'ndalang tortqisining uzunligini bo'ylama o'qdan ikki tomonga bir xil o'zgartirish kerak. Ko'ndalang tortqining faqat bir uchi uzaytirilganda ham g'ildiraklarning neytral holatidagi yaqinlashuv burchaklari normada bo'ladi, lekin g'ildiraklar o'ng va chap tomonga burilganda  $\theta_i$  va  $\theta_t$  burchaklari o'rtasidagi bog'lanish o'zgaradi.

Avtomobilning boshqariluvchanligi yurish qismi va rul boshqarmasining texnik 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 shkoren birikmalaridagi zazorlar kattalashsa, g'ildiraklarning tebranishi kuchayib, ularning yo'l bilan ilashishi yo'qolishi mumkin. Bundan tashqari, g'ildirakdagi disbalans ham uning tebranishini kuchaytiradi. Disbalans, ko'pincha, protektori yangilangan shinalarda uchraydi.

Oldingi g'ildirak gupchagining podshipniklaridagi va shkoren birikmasidagi zazorlar kattalashsa, avtomobil harakatidagi barqarorlik yomonlashadi. Chunki zazorlarning ortishi rul chamberagining burilish soni va amplitudasini oshiradi. Barqarorlikka rul boshqarmasining noto'g'ri sozlanishi ham salbiy ta'sir ko'rsatadi. Bo'ylama rul tortqisining probkalari, konussimon podshipniklar 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 xatolarga 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.

## **VI bobga doir masalalar**

1. Avtomobil oldingi g'ildiraklarining o'rtacha burilish burchagi  $18^\circ$ , g'ildirakning g'ildirashiga qarshilik koeffitsiyenti 0,02 va ilashish koeffitsiyenti 0,6. Avtomobilning boshqariluvchanligini isbotlang.

Javob: avtomobil boshqariluvchan.

2. Avtomobil bazasi 2,6 m, oldingi g'ildiraklarining o'rtacha burilish burchagi  $12^\circ$ . Yonaki sirpanishda oldingi va orqa o'qlarning yonaki sirpanish burchaklari  $7^\circ$  va  $5^\circ$ . Avtomobilning yonaki surilib va surilmasdan burilish radiusini aniqlang.

Javob:  $R_e = 14,8$  m;  $R = 12,4$  m.

### ***Nazorat savollari***

1. Avtomobilning boshqariluvchanligi ekspluatatsion xususiyatiga ta'rif bering.
2. Yaxshi boshqariluvchanlikka ega avtomobil qanday shartlarni bajarishi kerak?
3. Boshqariluvchi g'ildiraklarning yonga sirpanmasdan harakatlanishi uchun qanday shart bajaralishi kerak?
4. Avtomobil shinasining yonaki surilishi jarayonini tushuntirib bering.
5. G'ildirakning yonaki surilish burchagiga ta'rif bering.
6. G'ildirakning yonaki surilishiga qarshilik koeffitsiyenti nima?
7. Avtomobilning burilish radiusi qanday omillarga bog'liq?
8. Avtomobilning buriluvchanlik turlarini aytib bering.
9. Neytral buriluvchanlikka ega avtomobil qanday xususiyatga ega?
10. Ortiqcha buriluvchanlikka ega avtomobil qanday xususiyatga ega?
11. Yetarli emas buriluvchanlikka ega avtomobil qanday xususiyatga ega?
12. Boshqariluvchi g'ildiraklar harakati vaqtida nima uchun tebranadi?
13. Boshqariluvchi g'ildiraklarning stabillanishi deganda qanday jarayon tushuniladi?
14. G'ildiraklarning stabil harakati o'chagichlarini aytib bering.

## VII bob. AVTOMOBILNING TURG‘UNLIGI

---

### 7.1. AVTOMOBILNING TURG‘UNLIK O‘LCHAGICHLARI

Avtomobilning haydovchi ishtirokisiz berilgan yo‘nalishda ag‘darilmasdan, sirpanmasdan, shataksiramasdan va yon tomonga surilmasdan harakatlanishiga uning turg‘unligi deb ataladi. Avtomobilning ag‘darilish va sirpanish yo‘nalishiga qarab ko‘ndalang hamda bo‘ylama turg‘unlik bo‘ladi.

Avtomobil turg‘unligini yo‘qotganda ag‘darilishi, yon tomonga sirpanishi, yetakchi g‘ildiraklari shataksirashi mumkin. Avtomobilning ko‘ndalang turg‘unligi quyidagi to‘rtta o‘lchagich bilan xarakterlanadi:

$v_{a3}$  – avtomobilning aylana bo‘ylab harakatlanganda yon tomonga surila boshlash (zanos) paytidagi maksimal (kritik) tezligi, km/soat;

$v_{a.o}$  – avtomobilning aylana bo‘ylab harakatlanganda ag‘darila boshlash paytidagi maksimal (kritik) tezligi, km/soat;

$\beta_3$  – avtomobilning g‘ildiraklari ko‘ndalang surila boshlagan (zanos) paytda yo‘lning maksimal (kritik) nishablik burchagi;

$\beta_a$  – avtomobil ag‘darila boshlagan paytda yo‘lning maksimal (kritik) nishablik burchagi.

Kritik tezliklar tajriba yo‘li bilan aniqlanadi. Avtomobil gorizontaal maydonda radiusi  $R = 20...25$  m aylana bo‘ylab tezligini asta-sekin oshirib harakat qiladi. Harakat davrida markazdan qochma kuch ta‘sirida ichki tomondagi g‘ildiraklarga og‘irlik kamayadi, tashqi g‘ildiraklarga esa ortadi.

Sinovdan o‘tayotgan avtomobilni ag‘darilishdan saqlash uchun uning yon tomoniga yo‘l sathidan 10...15 sm balandlikda kronshteyn yordamida qo‘shimcha g‘ildirak mahkamlanadi. Agar tajriba vaqtida avtomobil turg‘unligini yo‘qotib ag‘darilsa, yon tomonidagi g‘ildirak tayanch bo‘ladi.

Kuzatuvchi kishilar g‘ildirakning yerdan uzilish yoki surilish paytini aniqlab sekundomer va spidometr yordamida izlanayotgan  $v_{a3}$  yoki  $v_{a0}$  tezliklarini aniqlaydilar.

Avtomobilning agʻdarila boshlash payti boʻyicha yoʻlning kritik nishablik burchagini aniqlash uchun avtomobil platformaga oʻrnatilib, bir yonidan domkrat bilan koʻtariladi. Avtomobilning agʻdarila boshlash payti aniqlangandan soʻng platformaning ogʻish burchagi aniqlanadi.

## 7.2. AVTOMOBILNING AGʻDARILISHI

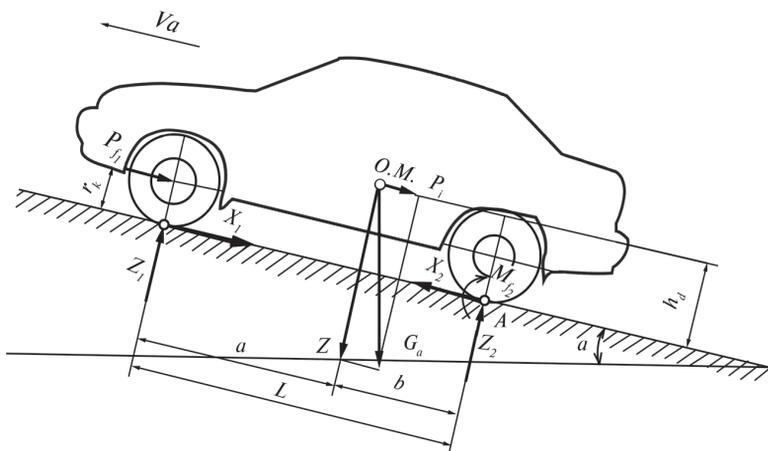
Avtomobilning agʻdarilishi deb, oldingi yoki orqa gʻildirakning yoʻldan uzilishiga, yaʼni  $z_1 = 0$  yoki  $z_2 = 0$  boʻlishiga aytiladi. Avtomobil oldingi yoki orqa gʻildiraklarga, chap yoki oʻng tomondagi gʻildiraklarga nisbatan agʻdarilishi mumkin.

Avtomobilning orqa gʻildiraklariga nisbatan agʻdarilishini (7.1-a rasm) koʻrib chiqamiz. Buning uchun: a) avtomobilning birlashtirilgan qismlarida elastik elementlar yoʻq, yaʼni tizim bikr; b) balandlikka chiqishda avtomobilning tezligi kam boʻlgani uchun  $P_w = 0$ ; d) avtomobilning harakat tezligi oʻzgarmas, yaʼni  $v_a = const$ ,  $P_{ja} = 0$  deb qabul qilamiz.

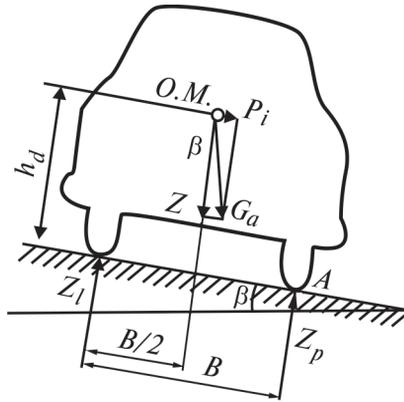
Avtomobilga taʼsir etuvchi kuchlarning  $A$  nuqtaga nisbatan muvozanatlik sharti  $\sum M_A = 0$

$$z_1 \cdot L + P_i \cdot h_d + P_f \cdot r_k - z \cdot b = 0, \quad (91)$$

bunda  $z_1$  – yoʻlning oldingi oʻqqa normal reaksiyasi. Avtomobil orqa oʻqiga nisbatan agʻdariladi deyilsa,  $z_1 = 0$  boʻladi.  $P_i$ ,  $P_f$ ,  $z$  qiymatlarni tenglamada oʻrniga qoʻyamiz:



7.1-a rasm. Avtomobilning qiya tekislik boʻylab harakati



7.1-b rasm. Avtomobilning qiya tekislik bo'ylab harakati

$$G_a \cdot \sin \alpha \cdot h_d + G_a \cdot f \cdot \cos \alpha \cdot r_k - G_a \cdot \cos \alpha \cdot b = 0$$

tenglamani hadma-had  $G_a \cdot \cos \alpha$  ga bo'lib quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\operatorname{tg} \alpha \cdot h_d + f \cdot r_k - b = 0.$$

Olingan tenglamani  $\operatorname{tg} \alpha$  ga nisbatan yechamiz:

$$\operatorname{tg} \alpha \cdot h_d = b - f \cdot r_k,$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b - f \cdot r_k}{h_d}. \quad (92)$$

(92) formula avtomobilning orqa g'ildirakka nisbatan ag'darilishi bo'yicha turg'unlik sharti. Formuladan ko'rinib turibdiki, avtomobilning ag'darilishi bo'yicha turg'unligi uning  $b$ ,  $r_k$ ,  $h_d$  konstruktiv o'lchagichlariga va g'ildirakning g'ildirashiga qarshilik koeffitsiyenti  $f$  ga bog'liq.

$\frac{b - f \cdot r_k}{h_d} = A$  deb qabul qilamiz. Agar  $\operatorname{tg} \alpha = A$  bo'lsa,

avtomobil noturg'un muvozanatda,  $\operatorname{tg} \alpha > A$  bo'lsa, avtomobil orqa g'ildiragiga nisbatan ag'dariladi,  $\operatorname{tg} \alpha < A$  bo'lsa, avtomobil turg'un harakat qiladi.

Avtomobilning oldingi o'qiga nisbatan turg'unlik sharti (92) ga o'xshash quyidagicha ifodalanadi:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{a + f \cdot r_k}{h_d}. \quad (93)$$

Avtomobilning yon tomonga chap yoki o'ng g'ildiraklariga nisbatan ag'darilishi yondan ta'sir etuvchi kuch  $P_y$ , burilish davridagi markazdan qochma  $P_s$  va avtomobil  $\beta$  ko'ndalangiga nishab yo'ldan harakatlanganda og'irligi  $G_a$  ning tashkil etuvchisi  $P_i$  ta'sirida bo'lishi mumkin.

Avtomobil  $\beta$  qiyalikka ega tekislikdan harakatlanayotgan bo'lsin (7.1-b rasm).

Sxemadan avtomobilning o'ng g'ildirakka nisbatan ag'darilish ehtimoli ko'proq ekani ko'rinib turibdi.

Shuning uchun ta'sir etuvchi kuchlarning muvozanat tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0; \\ z \cdot \frac{B}{2} - z_1 \cdot B - P_i h_d &= 0, \end{aligned}$$

bunda:  $z_1, z_p$  — yo'lning chap va o'ng g'ildiraklarga normal reaksiyalari;

$B$  — g'ildiraklarning simmetriya o'qlari o'rtasidagi masofa (koleya). Avtomobilning o'ng g'ildiraklariga nisbatan ag'darilishi uchun  $z_1 = 0$  bo'lishi kerak.

Oldin bajarilganidek matematik o'zgartishlar kiritib, quyidagi ifodani olamiz:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{B}{2h_d}. \quad (94)$$

(94) formula avtomobilning yon tomonga ag'darilishi bo'yicha turg'unlik sharti deyiladi. Ko'rinib turibdiki, avtomobilning ag'darilishi uning og'irlik markazi (o.m.) balandligi  $h_d$  va koleya  $B$  ning kengligiga bog'liq.

$\frac{B}{2h_d} = A$  deb qabul qilamiz. Agar  $\operatorname{tg}\beta = A$  bo'lsa, avtomobil

yonga ag'darilishi bo'yicha noturg'un muvozanatda,  $\operatorname{tg}\beta > A$  bo'lsa, avtomobil yonga ag'dariladi;  $\operatorname{tg}\beta < A$  bo'lsa, avtomobil yonga ag'darilmaydi.

### 7.3. AVTOMOBILNING HARAKAT VAQTIDAGI YONAKI SURILISHI

Avtomobil harakat vaqtida yonaki kuchlar ta'sirida yon tomonga surilishi mumkin. Amalda avtomobilning oldingi yoki orqa o'qi ko'proq suriladi. Shuning uchun avtomobil biror o'qining surilishga nisbatan turg'unligini ko'rib chiqamiz.

G'ildirakning yon tomonga surilmasdan g'ildirash sharti:

$$P_{\varphi} = z \cdot \varphi \geq \sqrt{x^2 + y^2}; \quad (95)$$

$$y \leq \sqrt{z^2 \cdot \varphi^2 - x^2}, \quad (96)$$

bunda:  $z$  – normal reaksiya;

$x$  – urinma reaksiya;

$y$  – yondan ta'sir etuvchi kuch.

(96) formuladan ko'rinib turibdiki, g'ildirak bilan yo'l o'rtasidagi ilashish kuchi  $P_{\varphi}$  qancha katta bo'lib, urinma reaksiya  $x$  shuncha kichik bo'lsa, g'ildirakni yonaki surilishga majbur qiluvchi kuch  $y$  shuncha katta bo'ladi. Shuning uchun yetakchi bo'lmagan o'q turg'unroq chunki  $x$  faqat g'ildirashga qarshilikdan iborat. Agar o'qda tortuvchi yoki tormozlovchi kuch mavjud bo'lsa,  $x$  kattalashadi, (96) formulada ildiz ostidagi ifoda kichrayadi va o'q juda kichik kuch ta'sirida ham yon tomonga suriladi.

G'ildirak va yo'l o'rtasidagi ilashishdan to'la foydalanilsa, ya'ni  $P_{\varphi} = x$  bo'lsa, o'qni yonga surish uchun minimal  $y$  kuchi kerak bo'ladi. Avtomobilning yon tomonga surilishi qiya tekislikda sodir bo'lishi mumkin. Qiya tekislikda harakatlanayotgan avtomobilning yonga surilmasdan harakatlanish kritik burchagi:

$$\operatorname{tg} \beta_3 \leq \varphi_y, \quad (97)$$

bunda  $\varphi_y$  – g'ildirak bilan yo'l o'rtasida ko'ndalang yo'nalgan ilashish koeffitsiyenti.

Agar  $\operatorname{tg} \beta_3 > \varphi_y$  bo'lsa, avtomobil yonga suriladi,  $\operatorname{tg} \beta_3 = \varphi_y$  bo'lganda noturg'un muvozanatda;  $\operatorname{tg} \beta_3 < \varphi_y$  bo'lganda esa yonga surilmasdan harakatda bo'ladi.

Avtomobil katta tezlikda egri chiziqli harakatlansa, markazdan qochma kuch ta'sirida yonga surilib ketishi mumkin.

Quyidagi tenglamadan avtomobilning yonga surilmaslik sharti bo'yicha kritik tezligini aniqlash mumkin:

$$v_{a3} = 3,6\sqrt{g \cdot R \cdot \varphi_y}, \quad (98)$$

bunda:  $R$  – burilish radiusi:

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Avtomobilning yonga surilish bo'yicha kritik tezligi  $v_{a3}$  burilish radiusi  $R$  va ko'ndalang yo'nalishdagi ilashish koeffitsiyenti  $\varphi_y$  ga to'g'ri proporsionaldir.

#### **7.4. AVTOMOBIL OLDINGI VA ORQA O'QLARINING YON TOMONGA SURILISHINI QIYOSIY TAHLIL ETISH**

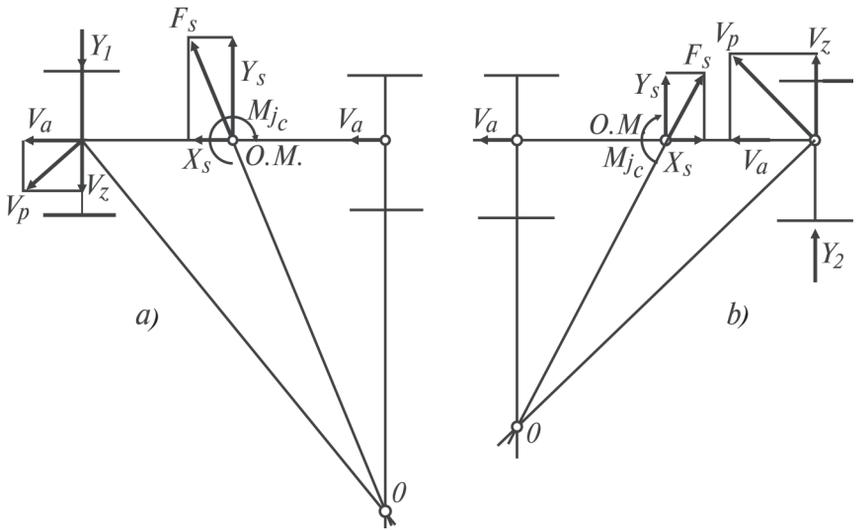
Yuqorida ta'kidlanganidek, orqa yetakchi o'q yon tomonga surilishga moyil, chunki avtomobil tezlanish bilan harakat qilayotganda urinma reaksiya  $X$  ortadi. Tormozlanish paytida esa vertikal yukning qayta taqsimlanishi natijasida ilashish kuchi  $P_\varphi$  kamayib ketadi, bu esa orqa o'qning yana ham surilishiga sabab bo'ladi.

Oldingi va orqa o'qlarning yonga surilishini ko'rib chiqamiz. Avtomobil to'g'ri chiziqli harakatlanayotganda (7.2-*a* rasm) uning oldingi o'qiga yondan  $Y_1$  kuchi ta'sir etsin va u  $v_z$  tezlik bilan yon tomonga surila boshlasin.

Bu vaqtda  $v_a$  va  $v_z$  vektorlarining geometrik qo'shilishi natijasida oldingi o'q natijalovchi tezlik  $v_p$  yo'nalishida harakat qiladi. Lekin orqa o'q  $v_a$  vektor yo'nalishida harakatni davom ettirganidan avtomobil oniy markaz  $O$  atrofida buriladi. Natijada markazdan qochma kuch  $F_s$  va inersiya momenti  $M_{jc}$  hosil bo'ladi.

Sxemadan ko'rinib turibdiki, oldingi o'qning yonga surilishi avtomatik ravishda so'nadi, chunki  $F_s$  ning tashkil etuvchisi  $Y_s$  hamda inersiya momenti  $M_{jc}$  oldingi o'qning surilishiga qarshilik qiladi.  $Y_1$  va  $Y_s$  kuchlar qarama-qarshi tomonlarga yo'nalgan bo'lib, bir-birini so'ndiradi.

Orqa o'q yon tomonga surilganda  $Y_s$  va  $Y_2$  kuchlar bir tomonga yo'nalgan bo'lib, surilishni kuchaytiradi va avtomobil



7.2-rasm. Avtomobil oldingi va orqa o'qining yon tomonga surilishi

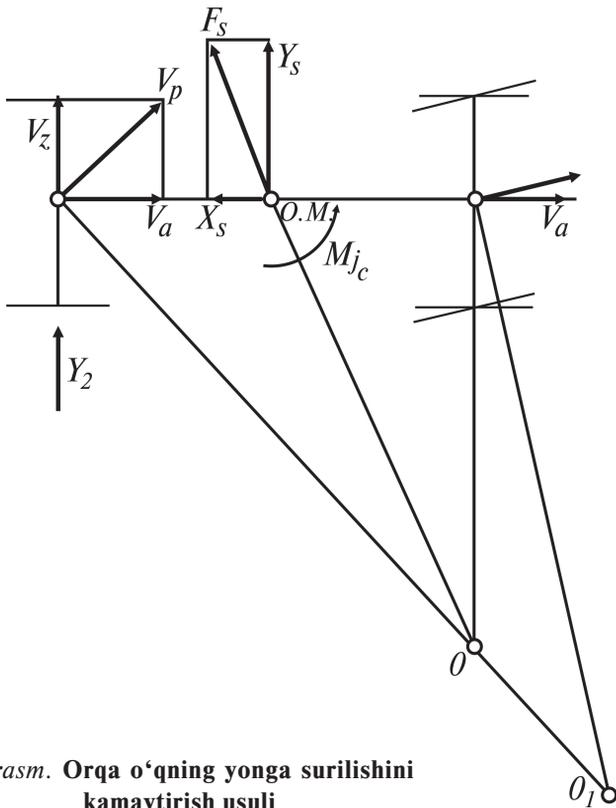
turg'unligini yo'qotadi. Demak, avtomobil orqa o'qining yonga surilishi oldingi o'qnikiga nisbatan xavfliroqdir. Shunday ekan, avtomobilning surilishini kamaytirish usullarini izlash zarur.

Avtomobil orqa g'ildiraklarining yonaki surilishini quyidagi usullarda kamaytirish mumkin. Boshqariluvchi g'ildiraklarni surilish tomoniga burish kerak (7.3-rasm). Agar surilish boshlanganda oldingi g'ildiraklar neytral holatda va burilish markazi  $O$  nuqtada bo'lsa, oldingi g'ildiraklar burilgandan so'ng markaz  $O_1$  nuqtaga ko'chadi.

Natijada burilish radiusi ortadi va markazdan qochma kuch kamayadi.

Oldingi g'ildiraklar  $v_a$ ,  $v_p$  tezliklari o'zaro parallel bo'lguncha burilsa, avtomobilning burilishi to'xtaydi va u  $v_a$  ( $v_p$ ) vektori yo'nalishida ilgari harakatlanadi. G'ildiraklar yana ham ko'proq burchakka burilsa,  $O$  nuqta avtomobilning teskari tomoniga o'tadi, markazdan qochma kuch esa surilish yo'nalishiga qarama-qarshi bo'lib, uni to'xtatadi. Bu usulning kamchiligi shundaki, u g'ildiraklarni burishda hosil bo'ladigan ko'ndalang kuch va inersiya momenti ta'sirini hisobga olmaydi.

Surilishni yo'qotishning ikkinchi usuli shundan iboratki, avtomobilga tormozlovchi yoki tortuvchi kuch ta'sir etayot-



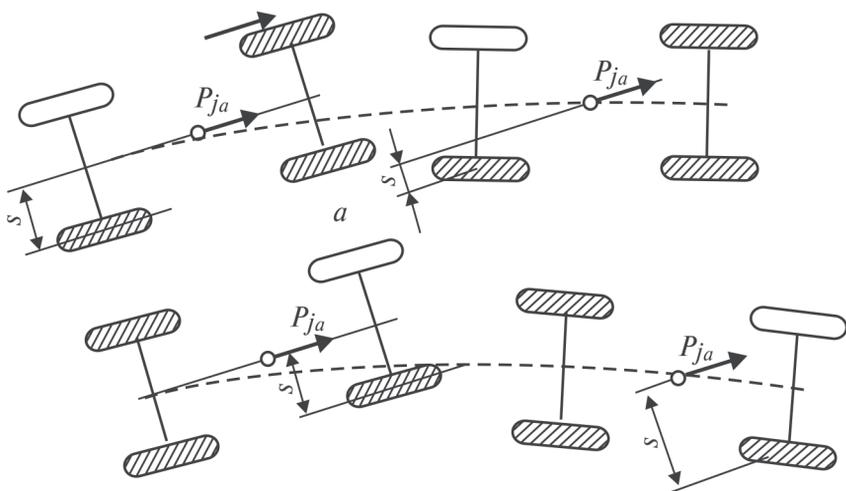
7.3-rasm. Orqa o'qning yonga surilishini kamaytirish usuli

ganda surilish sodir bo'lsa, oyoqni tegishli pedaldan olib  $X$  kuchini yo'qotish zarur.

Umuman, harakat xavfsizligini buzmaslik uchun burilish vaqtida va sirpanchiq yo'llarda avtomobilning harakat tezligini kamaytirish kerak.

## 7.5. EKSPLUATATSIYADA UCHRAYDIGAN OMILLARNING 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 texnik holati ko'proq ta'sir etadi. Shina protektorining yeyilishi g'ildiraklarning yer bilan ilashishini



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

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 qiladi, bu burovchi moment avtomobilning turg'unligini yo'qotishi mumkin. Ayniqsa oldingi g'ildiraklardagi tormozlash kuchlarining notekisligi orqa g'ildiraklardagidan xavfli bo'ladi.

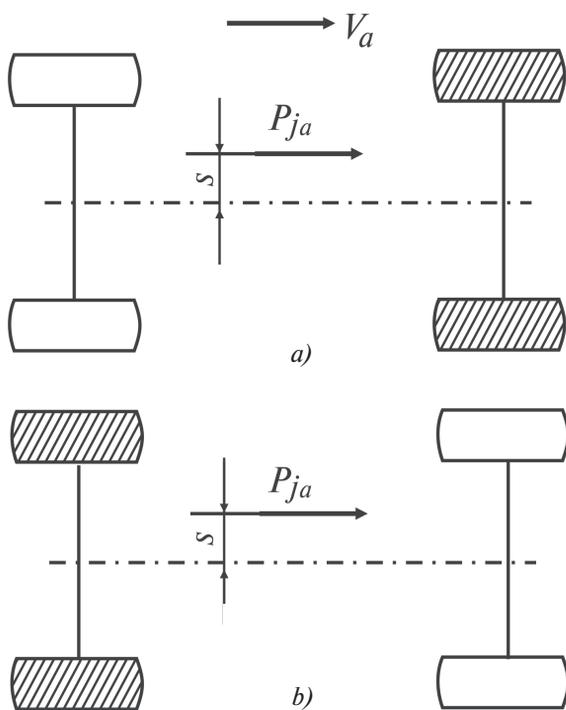
Agar avtomobilning orqa o'ng g'ildiragi tormozlangan bo'lsa (7.4-rasm), avtomobil to'g'ri chiziqli harakatidan o'ngga og'adi. Bu holda inersiya kuchi  $P_{ja}$  va o'ng g'ildirakkacha bo'lgan  $S$  masofa hamda avtomobil yo'nalishini o'zgartiruvchi moment kamayadi. Agar oldingi o'ng g'ildirak tormozlansa, avtomobil o'z yo'nalishidan 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 ilashish koeffitsiyenti katta bo'lgan yerda harakatlanganida tormozlansa ham sodir bo'lishi mumkin. 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 (7.5-rasm), tormozlash paytida hosil bo'lgan  $P_{ja}$  kuchi  $S$  yelkada burovchi moment hosil qiladi.

Tormozlash paytida oldingi g'ildiraklar blokirovka qilingan bo'lsa (7.5-*a* rasm),  $P_{ja} \cdot S$  momenti avtomobilni buradi.  $S$  yelka kamayib, nolga tenglashganda avtomobilning buriishi to'xtaydi.

Orqa g'ildiraklar blokirovka qilingan bo'lsa (7.5-*b* rasm),  $S$  kattalashib avtomobilning yonaki surilishiga sabab bo'ladi.



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

## VII bobga doir masalalar

1. Og'irlik markazining balandligi 1,1 m; g'ildirak radiusi 0,42 m; og'irlik markazidan orqa o'qqacha bo'lgan masofa 2,5 m. Avtomobilning g'ildirashiga qarshilik koeffitsiyenti 0,05 bo'lgan holda u  $17^\circ$  balandlikka chiqmoqda.

Avtomobilning orqa g'ildiraklariga nisbatan turg'unligini isbotlang.

Javob: avtomobil orqa g'ildiraklariga nisbatan turg'un.

2. Og'irlik markazining balandligi 0,6 m bo'lgan avtomobil 23° qiyalikdagi adirdan harakatlanmoqda.

Avtomobil koleyasi 1,8 m bo'lsa, uning yonaki ag'darilishi yoki ag'darilmasligini aniqlang.

Javob: avtomobil yonga ag'darilmaydi.

3. Avtomobil radiusi 12 m li burilishdan harakatlanmoqda; g'ildirakning yo'l bilan ko'ndalang yo'nalishidagi ilashish koeffitsiyenti 0,65. Avtomobilning yonaki surilishidagi kritik tezligi aniqlansin.

Javob:  $v_{a3} = 31,6$  km/soat

### ***Nazorat savollari***

1. Avtomobilning turg'unlik ekspluatatsion xususiyati deb nimaga aytiladi?
2. Avtomobil turg'unligining o'lchagichlarini bilasizmi?
3. Avtomobilning harakati vaqtidagi ag'darilishini tushuntirib bering.
4. Avtomobilning ag'darilishi ekspluatatsion xususiyatining qanday turlari mavjud?
5. Avtomobilning ag'darilishi ekspluatatsion xususiyati qanday o'lchagichlarga ega?
6. Avtomobilning harakat vaqtidagi yonaki surilishi nima uchun sodir bo'ladi?
7. Harakatdagi avtomobilning yonaki surilishini qanday usullarda to'xtatish mumkin?
8. Avtomobil oldingi va orqa o'qlarining yon tomonga surilishini qiyosiy tahlil etib bering.
9. Avtomobil harakati vaqtida uning turg'unligiga qanday ekspluatatsion omillar ta'sir qiladi?
10. Avtomobilning qanday konstruktiv parametrlari uning turg'unligiga ta'sir etishi mumkin?
11. Avtomobilni turg'unlik ekspluatatsion xususiyatini saqlashida haydovchining o'rni qanday?

## **VIII bob. AVTOMOBILNING YO‘L TO‘SIQLARIDAN O‘TUVCHANLIGI**

---

### **8.1. AVTOMOBILNING YO‘L TO‘SIQLARIDAN O‘TUVCHANLIK O‘LCHAGICHLARI**

Avtomobilning o‘tuvchanligi deb, uning og‘ir yo‘l sharoitida va yo‘lsiz joylardan harakatlana olishiga aytiladi.

Avtomobilning harakati uning yo‘l sharoitiga mos emasligi, g‘ildiraklarining yo‘l bilan ilashishi yetarli emasligi, dvigatel quvvatining kamligi va boshqa sabablarga ko‘ra yomonlashishi mumkin. Avtomobillar yo‘l to‘siqlaridan o‘tuvchanligiga qarab uch guruhga bo‘linadi:

1) normal o‘tuvchan avtomobillar – oldingi o‘qi yetakchi bo‘lmagan ikki va uch o‘qli (4x2, 6x4 tip) avtomobillar;

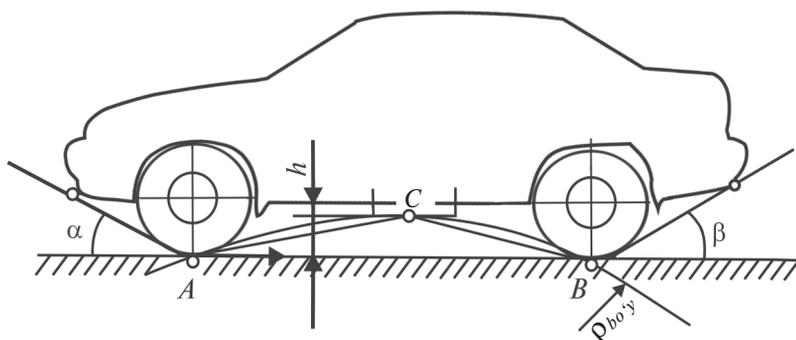
2) yuqori o‘tuvchan avtomobillar – hamma o‘qlari yetakchi bo‘lgan ikki va uch o‘qli (4x4, 6x6 tip) avtomobillar;

3) o‘ta yuqori o‘tuvchan avtomobillar – maxsus komponent yoki konstruksiyaga ega bo‘lgan hamma o‘qi yetakchi, to‘rt yoki undan ko‘p o‘qli hamda yarim gusenitsali va amfibiya avtomobillar.

O‘tuvchanlik ko‘rsatkichlari geometrik va tortish yoki tayanch-ilashish ko‘rsatkichlariga bog‘liq. Bundan tashqari, o‘tuvchanlik haydovchining malakasiga ham bog‘liq. Shuning uchun avtomobilni loyihalash vaqtida uning qanday yo‘l va ob-havo sharoitlarida ishlashini hisobga olish kerak.

### **8.2. O‘TUVCHANLIKNING GEOMETRIK O‘LCHAGICHLARI**

O‘tuvchanlikning geometrik o‘lchagichlariga avtomobilning eng pastki nuqtasidan yo‘l betigacha bo‘lgan oraliq  $h$ ; oldingi  $\alpha$  va orqa  $\beta$  o‘tuvchanlik burchaklari; yo‘l to‘siqlarining bo‘ylama  $\rho_{bo‘y}$  va ko‘ndalang  $\rho_{ko‘n}$  radiuslari; o‘tiladigan ostonaning maksimal balandligi kiradi. Avtomobilning eng pastki nuqtasi bilan yo‘l oralig‘i  $h$  8.1-rasmda ko‘rsatilganidek o‘lchanadi. Oldingi  $\alpha$  va orqa  $\beta$  o‘tuvchanlik orasidagi burchak avtomobilning oldingi va orqa qismidagi eng chekka nuqtalaridan



8.1-rasm. Yo'l to'siqlaridan o'ta olishning geometrik o'lchamlarini aniqlash

g'ildiraklarga o'tkazilgan urinma chiziq bilan gorizontol o'rta-sidagi burchakdir. Yo'l to'siqlarining bo'ylama  $\rho_{bo'y}$ , ko'ndalang  $\rho_{ko'n}$  radiuslari grafik usulida aniqlanadi. Buning uchun avtomobil eskizi ma'lum masshtabda millimetrovkaga chiziladi. Avtomobilning eng past nuqtasi  $C$  ikkala g'ildirakning yo'l bilan uchrashgan  $A$ ,  $B$  nuqtalari aniqlanadi. Bir chiziqda bo'lmagan, lekin bir tekislikda yotgan uch nuqtadan aylana chizish mumkinligi qoidasiga asosan  $AC$ ,  $BC$  chiziqlarning o'rtalaridan tik chiziqlar o'tkazib, ularning kesishish nuqtasi  $O$  topiladi.  $O$  markazdan  $A$ ,  $C$ ,  $B$  nuqtalar orqali o'tuvchi  $ACB$  yoyning radiusi bo'ylama o'tuvchanlik radiusi  $\rho_{bo'y}$  deyiladi, ko'ndalang radius  $\rho_{ko'n}$  ham shu usulda aniqlanadi.

8.1-jadvalda o'tuvchanlik geometrik ko'rsatkichlarining o'r-tacha qiymati keltirilgan. Avtomobil o'ta oladigan ostonaning balandligi normal va yuqori o'tuvchan avtomobillar uchun katta ahamiyatga ega. Avtomobilning yetakchi bo'lmagan oldingi g'ildiraklarini  $N$  balandlikka ega ostonadan o'tkazish uchun katta itaruvchi  $P$  kuch talab etiladi.  $P$  kuch yetakchi g'ildiraklardagi  $P_k$  kuch ta'sirida hosil bo'ladi va dvigatel quvvatiga hamda shinning yo'l bilan ilashishiga bog'liq. Amalda yetakchi bo'lmagan g'ildirak o'ta oladigan to'siqning balandligi  $N = (0,35...0,65) \cdot r_k$  bo'ladi.

Agar burovchi moment  $M_k$  va itaruvchi kuch  $P$  ta'sirida oldingi yetakchi g'ildirak  $N$  balandlikka ega to'siqdan o'tayot-gan bo'lsa, balandlik  $N$  ning qiymati radius  $r_k$  dan katta bo'lishi mumkin, chunki burovchi momentning ta'sirida g'ildirakni yuqoriga ko'taruvchi kuch hosil bo'ladi.

<b>Avtomobillar</b>	<b>h, MM</b>	<b>bo'yoq, M</b>	<b><math>\alpha</math>, gradus</b>	<b><math>\beta</math>, gradus</b>
4x2 tipdagi yengil avtomobillar	188...210	3,2...8,3	20...30	15...22
4X2 tipdagi yuk avtomobillari	245...265	2,7...5,5	40...60	19...43
4X4, 6X4, 6X6 tipdagi yuk avtomobillari	260...310	1,9...3,6	45...50	34...40
Avtobuslar	220...300	4...9	10...40	6...20

### 8.3. O'TUVCHANLIKNING TAYANCH-ILASHISH O'LCHAGICHLARI

O'tuvchanlikning tayanch-ilashish o'lchagichlariga tortish va ilashish shartlari bo'yicha maksimal dinamik omillar  $D_{a \max}$ ,  $D_{\phi \max}$ , avtomobilning orqa ilmog'idagi tortish kuchi  $P_{il}$ ; oldingi va orqa g'ildiraklar izining mos kelish koeffitsiyenti  $\eta_i$  kiradi.

Tortish sharti bo'yicha avtomobilning maksimal dinamik omili  $D_{a \max}$  avtomobilning to'xtamasdan harakatlanish qobiliyatini ko'rsatadi.

Uning qiymatini kattalashtirish uchun tortish kuchini oshirish, avtomobilning umumiy og'irligini kamaytirish kerak.

G'ildirakning yo'l bilan ilashish sharti bo'yicha maksimal dinamik omil  $D_{\phi \max}$  avtomobilning yetakchi g'ildiraklar shatak-siramagan holda harakatlanishini ta'minlaydi. Bu omil yetakchi g'ildirakka to'g'ri kelgan massani oshirish, g'ildirakning yo'l bilan ilashishini yaxshilash hisobiga amalga oshadi. Ularga o'z navbatida shina konstruksiyasini mukammallashtirish, yetakchi o'qlar sonini oshirish va hokazolar ta'sir ko'rsatadi. Avtomobilning orqa ilmog'idagi solishtirma tortish kuchi  $q_{il}$  ilmoqdagi maksimal tortish kuchi  $P_{il}$  ning avtomobil og'irligiga nisbati bilan aniqlanadi:

$$q_{il} = \frac{P_{il}}{G_a}.$$

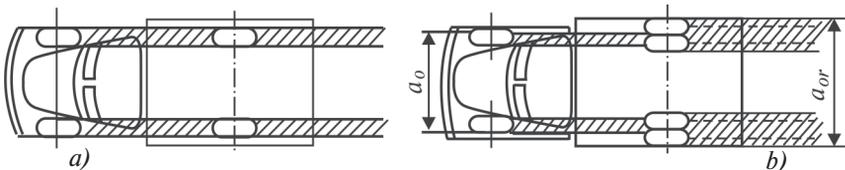
Bu o'lcham yo'lning muvaqqat ortiqcha qarshiligini dvigateldagi ortiqcha quvvat hisobiga yengish qobiliyatini ko'rsatadi.  $P_{il}$  ning qiymati avtomobilni shatakka olish vaqtida aniqlanadi.

Tortuvchi va shatakka olinayotgan avtomobillar o'rtasidagi trosga dinamometr ulanadi. Harakat vaqtida shatakka olingan avtomobil tortuvchi avtomobil to'xtab qolguncha yoki uning g'ildiraklari shataksiray boshlagunga qadar asta-sekin tormozlanadi. Shinaning solishtirma bosimi  $q_{sh}$  g'ildirakka ta'sir etuvchi og'irlikning shinani yo'ldagi kontakt izi yuzasiga nisbati bilan o'lchanadi.  $q_{sh}$  ni aniqlash uchun avtomobilning g'ildiragi domkrat bilan ko'tariladi, shina protektoriga siyoh surtiladi va g'ildirak ostiga oq qog'oz qo'yib, yerga tushiriladi hamda qog'ozda qolgan izning yuzasi aniqlanadi.

Solishtirma bosim qiymatini shinaning damlanish darajasini kamaytirish, g'ildiraklar sonini oshirish, katta diametr va maxsus keng shinalar ishlatish bilan kamaytirish mumkin.

Oldingi va orqa g'ildiraklar izlarining mos kelish koeffitsiyenti  $\eta_s$  oldingi g'ildiraklar izi orasidagi  $a_o$  va orqa g'ildiraklar izi orasidagi  $a_{or}$  masofalar nisbati bilan o'lchanadi (8.2-rasm). Agar  $a_o$  va  $a_{or}$  masofalar mos kelsa, orqa g'ildiraklar oldingi g'ildiraklar bosgan izdan boradi va ularning g'ildirashiga qarshilik minimal bo'ladi. Agar  $\eta_s \neq 1$  bo'lsa, orqa g'ildiraklar oldingi g'ildiraklar izini buzish va yangi yo'l ochish uchun qo'shimcha energiya sarf qiladi. Shuning uchun ortiqcha qarshilikni yenguvchi avtomobillar orqa o'qining ikkala tomonida bittadan g'ildirak qoldirib qarshilik kamaytiriladi.

Avtomobil agregat va uzellarining konstruksiyasi uning yo'l to'siqlaridan o'tuvchanligiga ta'sir etadi. Avtomobilda mustaqil va balansirli osmalarning qo'llanishi g'ildiraklarning yo'l notekisligiga moslashishini yaxshilaydi va uning to'siqlarni yengish qobiliyatini oshiradi. G'ildiraklarning shataksiramaligi uchun o'qlarda katta ishqalanishli differensial qo'llaniladi, chunki bu differensial shataksirayotgan g'ildirakka katta burovchi moment, aylanayotgan g'ildirakka esa kichik burovchi moment uzatib avtomobilni shu yo'ldan o'tishini ta'minlaydi.



8.2-rasm. Oldingi va orqa g'ildiraklar izining mos kelish koeffitsiyentini aniqlash

## 8.4. EKSPLOATATSIYADA UCHRAYDIGAN OMILLARNING AVTOMOBILNING 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 omillar (detallarning yeyilishi, o‘t oldirish tizimining 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 ilashishiga 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‘ildirashiga 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  $0,5 \text{ kG/sm}^2$  ( $0,05 \text{ MPa}$ ) dan  $3 \text{ kG/sm}^2$  ( $0,3 \text{ MPa}$ ) 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 ularning xizmat qilish muddati qisqa. Shinaning yo‘l bilan ilashish koeffitsiyentini 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 chiqarar moslamalar yordamida tortib chiqariladi.

### *Nazorat savollari*

1. Avtomobilning yo‘l to‘siqlaridan o‘tuvchanlik ekspluatatsion xususiyatiga ta‘rif bera olasizmi?
2. Avtomobillar o‘tuvchanligiga nisbatan qanday guruhlarga bo‘linadi?
3. Normal o‘tuvchanlikka ega avtomobilga ta‘rif bering.
4. Yuqori o‘tuvchanlikka ega avtomobilga ta‘rif bering.
5. Avtomobil o‘tuvchanligining qanday turlarini bilasiz?
6. Avtomobil o‘tuvchanligini ta‘minlashda uning qanday konstruktiv parametrlari ta‘sir etishi mumkin?

## ***IX bob.* AVTOMOBILNING YURISH RAVONLIGI**

---

### **9.1. AVTOMOBILNING YURISH RAVONLIGI O'LGHAGICHLARI**

Avtomobil agregatlari bir-biri bilan sharnirli yoki elastik birlashtirilgani sababli harakat vaqtida vertikal yo'nalishda tebranadi. Tebranish sabablaridan biri qiymati va yo'nalishi o'zgaruvchi kuchlar ta'siridir. Tebranish, bir tomondan yo'lovchilar va haydovchida yomon tuyg'u hosil qilsa, ikkinchi tomondan detallarning yeyilishini kuchaytiradi.

Tebranish vaqtida avtomobilning harakatiga qarshilik ortgani sababli uning yonilg'i sarfi ko'payadi. Haydovchi notekis yo'llarda tezlikni kamaytirishga majbur bo'ladi, shunda avtomobilning ish bajarish qobiliyati ham pasayadi.

Avtomobilning tebranishi tebranish amplitudasining chastotasi, tezlanishi va tebranish tezlanishining vaqt birligida o'zgarishi bilan xarakterlanadi. Bu o'lg'hagichlar laboratoriya va yo'l sharoitida tajriba o'tkazib aniqlanadi.

Yurish ravonligi ko'rsatkichlarining qiymatini aniqlash uchun ravonlikka ta'sir etuvchi hamma omillarni va tebranishning inson organizmiga ta'sirini hisobga olish zarur. Avtomobil osmasining sifati kuzovning xususiy tebranish chastotasi bilan xarakterlanadi. Ma'lumki, inson organizmi yurish paytidagi oyoq turtkisiga va o'rtacha yurish tezligiga moslangan. Agar qadam uzunligi 0,75 m, tezligi 3 km/soat desak, minutiga 67 ta vertikal turtki bo'lishi mumkin. Yengil avtomobillarning xususiy tebranish chastotasi 60...80 tebranish/minut; bu esa yuqorida hisoblangan raqamga yaqin. Tebranish chastotasi kichik bo'lsa, yo'lovchida «dengiz kasalligi» alomat-lari paydo bo'ladi (bosh aylanish, ko'ngil aynish), tebranish chastotasi kattalashganda odam tez charchaydi.

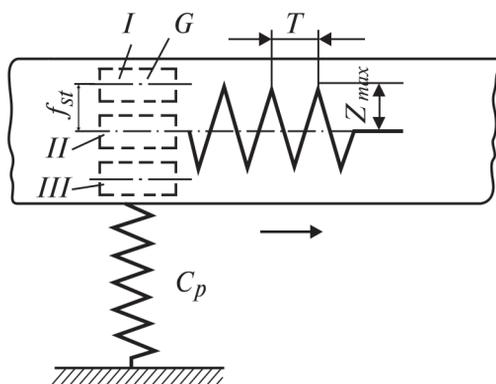
Avtomobilning yurish ravonligini laboratoriyada va yo'l sharoitida aniqlash mumkin.

Laboratoriyada avtomobilni maxsus moslama yordamida ko'tarib, tezda tashlab yuborish bilan yoki avtomobil g'il-

diraklarini maxsus chiqiqli baraban ustida harakatlantirish bilan aniqlanadi. Tajriba ma'lumotlaridan ressorlangan va ressorlanganmassalarining tebranish chastotasi, amplitudasi, tezligi va tezlanishi aniqlanadi. Ravonlikni avtomobil yurayotgan vaqtda aniqlash uchun izlanayotgan o'lchagichlarning o'zgarishi tasmaga yoziladi. Yo'lning notekislik bo'ylama kesimi sinusoida shaklida deb olinadi. Harakat tezligini 5 km/soatdan boshlab zarur tezlikkacha oshirib boriladi. Tas-malardagi yozuvlardan avtomobilning yurish ravonligini xarakterlovchi ko'rsatkichlar aniqlanadi.

## 9.2. AVTOMOBILNING TEBRANISHI

Tebranishga har xil omillarning ta'sirini o'rganish uchun bitta erkinlik darajasiga ega bo'lgan jism tebranishini tekshiramiz (9.1-rasm).  $m$  massali jism  $C_p$  bikrikka ega prujinaga mahkamlangan bo'lsin.



9.1-rasm. Bir massali tizimning tebranishi

Prujinaga yuk qo'yilmasdan oldin jism 1 holatda bo'ladi. Yuk qo'yilgandan keyin esa uning og'irligi  $G$  kuch ta'sirida  $f_{st}$  siljishga ega bo'ladi (II holat). Jismni muvozanatdan chiqarish uchun prujina siqib, keyin qo'yib yuboriladi va uning erkin harakati hosil qilinadi. Agar shu tebranish tasmaga yozib olinsa,  $z_{max}$  amplitudani,  $T$  esa tebranish davrini beradi. Shu sxema uchun tebranishning differensial tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$m \frac{d^2 z}{dt^2} + C_p \cdot z = 0. \quad (99)$$

Bu tenglama quyidagi yechimga ega:

$$z = z_{\max} \cdot \sin \sqrt{\frac{C_p}{m}} \cdot t, \text{ sm}; \quad (100)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{C_p}{m}} \text{ bo'lgani uchun } z = z_{\max} \cdot \sin \omega \cdot t; \quad (101)$$

bunda:  $z, z_{\max}$  – tebranish amplitudalari;

$t$  – tebranish davri;

$\omega$  – erkin tebranishning burchakli chastotasi;

$C_p$  – prujina bikrligi.

(101) tenglamadan garmonik tebranishdagi yurish ravonligi o'lchamlarini aniqlash mumkin.

Tebranish tezligi:

$$v_a = \frac{dz}{dt} = z_{\max} \cdot \omega \cdot \cos \omega \cdot t, \text{ sm/s}; \quad (102)$$

tebranish tezlanishi

$$j = \frac{d^2 z}{dt^2} = -z_{\max} \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega \cdot t, \text{ sm/s}^2; \quad (103)$$

tebranishning o'sish tezligi

$$j' = \frac{d^3 z}{dt^3} = -z_{\max} \cdot \omega^3 \cdot \cos \omega \cdot t, \text{ sm/s}^3; \quad (104)$$

tebranish chastotasi

$$n = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g}{f}} \approx \frac{300}{f_{\text{st}}}, \frac{\text{tebranish}}{\text{min}}. \quad (105)$$

(105) formulaga ko'ra, osmaning statik deformatsiyasi  $f_{\text{st}}$  qanchalik katta bo'lsa, osma shunchalik yumshoq bo'ladi, avtomobilning komfortabelligi esa ortadi.

Yengil avtomobillar uchun...  $f_{\text{st}} = 100 \dots 250$  mm;

Yuk avtomobillari uchun...  $f_{\text{st}} = 60 \dots 120$  mm;

Avtobuslar uchun...  $f_{\text{st}} = 100 \dots 200$  mm.

Avtomobil ko'p massali tizim bo'lgani uchun uning tebranishi juda murakkabdir. Qabul qilingan ekvivalent tebranish tizimi ressoalanagan massa  $m$ , ressoalanmagan  $m_1$ ,  $m_2$  massalar va  $C_1$ ,  $C_2$  bikrlikka ega bo'lgan osmalardan,  $C_{Sh1}$ ,  $C_{Sh2}$  bikrlikka ega bo'lgan shinalardan hamda  $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$  qarshilikli amortizatorlardan iborat; osma sharnirlari va ressoora listlari o'rtasida quruq yoki yarim quruq, shinalarda esa molekulararo ishqalanish mavjud. Kuzov va o'qlar oltita erkinlik darajasiga ega (uchta chiziqli va uchta burchakli).

Tebranishga ta'sir etuvchi omillarning ko'pligi uni analitik usulda tekshirishni juda qiyinlashtiradi, shuning uchun avtomobilning konstruktiv omillari soddalashtiriladi. Avtomobilning ressoalanmagan massalar miqdori ressoalanagan massalar miqdorining 15...20% ni tashkil qiladi, ressooralar qattiqligi esa shinanikidan 3...7 marta kam.

Demak, ressoalanmagan massalarning erkin tebranish chastotasi ressoalanagan massalarnikidan katta bo'ladi. Shuning uchun ressoalanmagan massalarning kuzov tebranishiga ta'siri hisobga olinmaydi, osmaning elastik elementlari va shina bikrligi esa keltirilgan bikrlilik bilan almashtiriladi.

Osmaning keltirilgan bikrligi  $C_{kel}$  deb, berilgan yuk ta'sirida haqiqiy osma kabi deformatsiyaga ega bo'lgan, soxta elastik element bikrligiga aytiladi. Keltirilgan bikrlilik quyidagicha aniqlanadi:

$$C_{kel} = \frac{C_r \cdot C_{sh}}{C_r + C_{sh}}, \quad (106)$$

bunda,  $C_r$ ,  $C_{sh}$  — ressoora va shinaning vertikal bikrligi.

Ressoraning bikrligi shinanikidan bir necha marta kichik bo'lgani uchun osmaning keltirilgan bikrligi ressooranikidan 15...20% kam bo'ladi. Avtomobillar oldingi va orqa osmalarining bikrligi 200...600 N/sm, shinasining bikrligi 2000...4500 N/sm bo'ladi.

Avtomobilning yurish ravonligini tekshirishni osonlashtirish uchun uni ikkita erkinlik darajasiga ega tizim deb qabul qilish zarur: birinchisi — vertikal yo'nalishdagi tebranish; ikkinchisi — ko'ndalang  $Y$  o'q atrofida vertikal tebranish. Ikkala xil tebranishlar birgalikda avtomobilning kishi organizmiga ta'sir etuvchi komfortli vaziyatni vujudga keltiradi.

Avtomobilning vertikal tebranishi yumshoq osma va amortizator bilan kamaytiriladi. Avtomobilning burchakli tebranishini esa osma konstruksiyasini mukammallashtirish, avtomobil massalarini bo'ylama o'q bo'yicha to'g'ri taqsimlash hisobiga kamaytirish mumkin.

### **9.3. EKSPLOATATSIYADA UCHRAYDIGAN OMILLARNING AVTOMOBILNING YURISH RAVONLIGIGA TA'SIRI**

Avtomobil tebranishiga yo'lning notekisligi katta ta'sir ko'rsatadi. Asfaltbeton va sementbeton 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 texnik holati yomonligi uning yurish ravonligiga ta'sir etadi. Agar ressa listlari 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 ressalangan 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 kamayadi, g'ildirashga qarshiligi esa kattalashadi. Shuning uchun shinalardagi bosim instruksiyaga mos bo'lishi kerak.

### ***Nazorat savollari***

- 1. Avtomobilning yurish ravonligi ekspluatatsion xususiyatiga ta'rif bering.*
- 2. Avtomobil harakati davrida nima uchun tebranadi?*
- 3. Bir massali tizimning tebranishini tushuntirib bering.*
- 4. Bir massali tizim uchun tebranishning differensial tenglamasi qanday ko'rinishda bo'ladi?*
- 5. Tebranishning tezligi, tezlanishi, tebranishning o'sish tezligi va tebranish chastotasini tushuntirib bering.*
- 6. Osmaning statik va dinamik deformatsiyasi deganda nimani tushunasiz?*
- 7. Osmaning bikrligi deganda nimani tushunasiz?*
- 8. Avtomobil ekspluatatsiyasi davrida qanday omillar uning yurish ravonligiga ta'sir etadi?*

## ***X bob.* HARAKAT XAVFSIZLIGI**

---

### **10.1. HARAKAT XAVFSIZLIGIGA TA'SIR ETUVCHI ASOSIY OMILLAR**

Avtomobil konstruksiyasining yaxshilanishi, uning o'rt 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-biri 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 bilan to'qnashishiga aytiladi.

***Transport vositalarining ag'darilishi*** deb, transportning o'z turg'unligini yo'qotib yoxud ikkita avtomobilning to'qnashishi natijasida ag'darilishiga aytiladi.

***Transport vositalarining to'siqlar bilan to'qnashishi*** deb, transportning qo'zg'almas jism (ko'priklar 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;
- d) transport vositasining texnik buzuvchiligi, yukning noto'g'ri joylashishi va h. k.
- e) harakatda qatnashuvchi boshqa ishtirokchilarning (velosipedchilar, yo'lovchilar va h. k.) yo'l qoidalarini buzishi;
- f) yo'l sharoitining yomonligi va harakatni tashkil etishdagi kamchiliklar.

## **10.2. HARAkat XAVFSIZLIGINING TURLARI**

*Harakat xavfsizligi deb*, avtomobilning haydovchi ishtirokida yuk va yo'lovchilarni 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; d) avtomobilning burilish davridagi turg'unligi; e) ishonchli ogohlantiruvchi, tovush va yorug'lik signallari; f) haydovchi o'tirgan joydan yo'lning to'la ko'rinishi; g) 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 baki 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 tizimining noto'g'ri ishlashidir. Agar tormoz effektiv ishlamas, tormoz yo'li uzayib ketib avtomobilning to'siq yoki odamni urib ketish xavfi ortadi. Agar tormoz barabani va kolonkasi jipslashib qolsa, avtomobil turg'unligini yo'qotadi, bu esa o'z navbatida avariya sabab bo'lishi mumkin.

## **10.3. 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 harakati 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 burishga 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, shinasi 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 tushib qolishi va h.k. avtomobilning ag'darilishiga sabab bo'ladi. G'ildirakning yo'l bilan ilashish kuchining kamayishi avtomobilning yonga surilishiga sabab bo'ladi. Ayniqsa, orqa g'ildiraklarning yonga surilishi xavfli. Bu vaqtda avtomobilni tormozlash yoki tezligini oshirish mumkin emas, chunki uning yonga surilishi ortib, ag'darilishi mumkin.

#### **10.4. EKSPLOATATSIYADA UCHRAYDIGAN OMILLARNING AVTOMOBIL HARAKAT XAVFSIZLIGIGA TA'SIRI**

Ekspluatatsiyada uchraydigan ko'pgina omillar 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 yoniga 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 xavfini oshiradi. Avtomobil g'ildiraklarining yo'l bilan ilashish koeffitsiyenti ham harakat xavfsizligiga ta'sir etadi. Ilashish

koeffitsiyentining qiymati, shina protektorining qanchalik yeyilganligiga bog'liq. Agar protektor ortiqcha yeyilgan bo'lsa (ayniqsa, ho'l yo'lda), ilashish koeffitsiyenti kamayadi va avtomobil yonga sirpanib uning turg'unligi yo'qoladi. Avtomobilning turg'unmas harakati yo'ldagi transportning harakat xavfsizligini buzadi. Avtomobil tormozlash tizimining texnik holati, uning to'g'ri sozlanishi va foydalanilishi harakat xavfsizligini ta'minlovchi asosiy omil hisoblanadi. Haydovchi yo'lga chiqishdan avval har bir g'ildirakning bir xilda sozlanganligini, tormoz tizimining aniq ishlashini tekshirishi zarur.

G'ildiraklarda tormozlash mexanizmining bir xilda sozlanmaganligi paydo bo'lgan tormozlash kuchlarining har xilligiga olib keladi. Bunday avtomobil tormozlansa, yonga sirpanib, turg'unligini yo'qotadi. Ba'zan pnevmatik yoki gidravlik yuritmalı tormoz tizimida 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 to'g'ri joylashishini tizimlik ravishda sozlash bilan yaxshi holatda saqlashi zarur. Bu esa harakat xavfsizligini ta'minlovchi asosiy omillardan hisoblanadi. Bundan tashqari, avtomobil (ayniqsa, yengil avtomobil) g'ildiraklarining muvozanatlanganligi uning boshqariluvchanligiga, demak, harakat xavfsizligiga ta'sir ko'rsatadi. Haydovchining psixik va fiziologik holati ham harakat xavfsizligiga ta'sir etishi mumkin. Avtomobilini yaxshi boshqarish uchun haydovchining ko'rish qobiliyati o'tkir bo'lishi, ranglarni ajrata olishi, yo'l sharoiti o'zgarganda ham ziyraklikni saqlashi lozim.

### ***Nazorat savollari***

- 1. Avtomobil va yo'llardagi harakat xavfsizligi o'rtasida qanday bog'lanish bor?*
- 2. Yo'l-transport hodisalarining qanday turlarini bilasiz?*
- 3. Transport vositalarining to'qnashishi deganda qanday jarayonni tushunasiz?*
- 4. Harakat xavfsizligi iborasiga ta'rif bering.*
- 5. Harakat xavfsizligining qanday turlarini bilasiz?*
- 6. Aktiv xavfsizlikni tushuntirib bering.*
- 7. Passiv xavfsizlikni tushuntirib bering.*

## ***XI bob. AVTOPOYEZDLAR***

---

### **11.1. AVTOPOYEZDLAR TO‘G‘RISIDA TUSHUNCHA**

Tortuvchi avtomobil (tyagach) va unga ulangan bir nechta (bir yoki ikki o‘qli) pritsep (yarim pritsep, rospusk) dan iborat transport vositasi *avtopoyezd* deb ataladi. Xalq xo‘jaligining tez sur‘atlarda rivojlanishi ko‘plab avtomobil transporti ishlab chiqarishni talab qiladi.

Tadqiqotlarning 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 o‘lchamlari (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 qiyin.

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 yuzasi avtomobilnikidan 1,4...1,5 marta ko‘p; 4) avtopoyezdlar ko‘p turli yuklarni tashishga moslangan; 5) avtopoyezdlar uchun garaj qurishga kapital xarajat kamayadi, chunki pritsep-larni saqlash uchun maxsus joy zarur emas.

Avtopoyezd vazifasiga qarab quyidagilarga bo‘linadi:

1) universal – har xil yuklarni tashishga mo‘ljallangan platforma yoki furgonlar; 2) ixtisoslashtirilgan – bir turdagi yukni tashishga mo‘ljallangan (samosval, panel tashuvchi, uzun

yuklarni tashuvchi, refrijerator va boshqalar); 3) maxsus – avtopoyezd ustiga doimiy o‘rnatilgan uskuna bo‘lishi mumkin (ko‘chma elektrostansiya, kompressor moslamasi, ta‘mir ustaxonasi). Tortuvchi kuchning g‘ildiraklarga taqsimlanish xarakteriga qarab avtopoyezdlar quyidagilarga bo‘linadi: 1) passiv-avtopoyezdga ulangan pritsep, (yarimpritseplar, rospusklar) yetakchi g‘ildirakka ega bo‘lmaydi; 2) aktiv – ulangan pritsep (yarimpritsep, rospusk) yetakchi g‘ildirakka ega.

Yukning avtopoyezd zvenolariga taqsimlanishiga qarab: a) yuk mustaqil bo‘linadigan avtopoyezdlar (pritsepli avtopoyezdlar); b) yuk nomustaqil bo‘linadigan avtopoyezdlar (egarlik avtopoyezdlar); d) yuk aralash bo‘linadigan avtopoyezdlar (egarlik tyagach, yarim pritsep va ikki o‘qli pritsepdan iborat avtopoyezd) bo‘ladi.

## 11.2. AVTOPOYEZDGA TA’SIR ETUVCHI QARSHILIK KUCHLARI

Avtopoyezdga ta’sir etuvchi qarshilik kuchlari oddiy avtomobildagidek bo‘lib,  $P_{fap}$ ,  $P_{iap}$ ,  $P_{wap}$ ,  $P_{ja}$  bilan belgilanadi. Quyidagi formulalarni yozishda avtopoyezd umumiy holatda harakat qiladi deb faraz qilinadi. Avtopoyezd tyagach va pritsepdan iboratligi uchun uning g‘ildirash harakatiga qarshilik kuchi quyidagicha ifodalanadi:

$$P_{fap} = P_{ft} + P_{fp} = G_a \cdot f \cdot \cos \alpha \left( 1 + \frac{G_p}{G_a} \right); \quad (107)$$

bunda:  $P_{ft}$  – tyagach g‘ildiraklarining g‘ildirashga qarshilik kuchi, N;

$P_{fp}$  – pritsep g‘ildiraklarining g‘ildirashga qarshilik kuchi, N;

$G_p$  – pritsepning umumiy og‘irligi, N.

Agar  $K_p = \frac{G_p}{G_a}$  bo‘lsa,

$$P_{fap} = G_a \cdot f \cdot \cos \alpha \cdot (1 + K_p), \text{ N}; \quad (108)$$

bunda  $K_p$  – tyagach (tortuvchi avtomobil) va pritsep og‘irliklari o‘rtasidagi bog‘lanishni ko‘rsatuvchi koeffitsiyent.

Demak, avtopoyezdning g'ildirashga qarshilik kuchi tyagach va pritsep og'irliklari nisbatiga ham bog'liqdir.

### **Avtopoyezdning balandlikka chiqishiga qarshilik kuchi**

$P_{iap}$  quyidagicha yoziladi:

$$P_{iap} = P_{it} + P_{ip} = G_a \cdot \sin \alpha \left( 1 + \frac{G_p}{G_a} \right) = G_a \cdot \sin \alpha (1 + K_p). \quad (109)$$

Bunda:  $P_{it}$  – tyagachning balandlikka chiqishiga qarshilik kuchi, N;

$P_{ip}$  – pritsepning balandlikka chiqishiga qarshilik kuchi, N.

Avtopoyezdga yo'lning umumiy qarshiligi  $P_{y\ ap}$  quyidagicha aniqlanadi:

$$P_{y\ ap} = P_{f\ ap} + P_{i\ ap} = G_a \cdot f \cos \alpha (1 + K_p) + G_a \cdot \sin \alpha (1 + K_p) = G_a \cdot \psi (1 + K_p). \quad (110)$$

**Avtopoyezdga havoning qarshilik kuchi**  $P_{Wap}$  ni tyagach va pritsepga bo'lgan havo qarshiliklarini oddiy qo'shish bilan aniqlash noto'g'ri. Chunki avtopoyezdning harakatiga havo oqimining qarshiligi murakkabdir.

Avtopoyezdga havo qarshiligini aniqlash uchun quyidagi formula mavjud:

$$P_{Wap} = \frac{W_{ap} \cdot v_a^2}{13}; \quad (111)$$

bunda,  $W_{ap}$  – avtopoyezd uchun suyrilik omili,  $\frac{N \cdot s^2}{m^2}$ .

Avtopoyezdning tezlanishga qarshilik kuchi quyidagicha aniqlanadi:

$$P_{jap} = \frac{G_{ap}}{g} \cdot j_{ap} \cdot \delta_{ap}; \quad (112)$$

bunda:  $\delta_{ap} = 1 + \sigma_{ap} \cdot i_{kp}^2 + \sigma_{2ap}$ ;

$G_{ap}$  – avtopoyezdning umumiy og'irligi, N;

$f_{ap}$  – avtopoyezdning tezlanishi.

Bulardan ko‘rinib turibdiki, avtopoyezdning tezlanishiga qarshiliklarni aniqlash formulalari avtomobillarnikidan katta farq qilmaydi. Faqat pritsepning og‘irligi ta‘sirini hisobga olish zarur.

### **Avtopoyezdning dinamik pasporti**

Avtopoyezdning dinamik xarakteristikasi, og‘irliklar nomogrammasi va g‘ildiraklarning shataksirashini nazorat qilish grafiqlari yig‘indisiga uning dinamik pasporti deb ataladi. Avtopoyezd og‘irligi quyidagiga teng:

$$G_{ap} = G_a + G_p.$$

Avtopoyezdlar og‘irliklar nomogrammasini va g‘ildiraklarning shataksirashini nazorat qilish grafigini qurish uchun quyidagi formulalar qo‘llaniladi:

$$\begin{aligned} D_{oap} &= D_{ap} \frac{G_{ap}}{G_{oap}}; & D_{\varphi ap} &= \varphi \cdot \frac{G_{2ap}}{G_{ap}}; \\ D_{\varphi oap} &= \varphi \cdot \frac{G_{o2ap}}{G_{oap}}; & m_{Doap} &= m_{Dap} \cdot \frac{G_{ap}}{G_{oap}}; \end{aligned} \quad (113)$$

bunda:  $D_{oap}$ ;  $D_{ap}$  – yuksiz va yukli avtopoyezdning dinamik omili;

$G_{oap}$  – avtopoyezdning o‘z og‘irligi, N;

$G_{o2ap}$ ,  $G_{2ap}$  – yuksiz va yukli avtopoyezdning orqa yetakchi g‘ildiragiga to‘g‘ri kelgan og‘irliklar, N;

$D_{\varphi oap}$  – yuksiz avtopoyezdning ilashish bo‘yicha dinamik omili;

$m_{Doap}$ ,  $m_{Dap}$  – masshtablar.

Avtopoyezdning dinamik pasportidan (11.1-rasm) foydalanib yechiladigan masalalar oddiy avtomobildagiga o‘xshashdir.

### **11.3. AVTOPOYEZDNING TORMOZLANISH DINAMIKASI**

Avtopoyezd tarkibidagi pritsep (rospusk) tormozlash mexanizmi bilan jihozlanmagan bo‘lishi ham mumkin. Avtopoyezdni tormozlashning ikki usuli bor:



( $A - A$ ) erishib, umumiy qiymati  $P_{\text{tap}}$  bo'ladi. Bu metodning afzalligi shundaki, tormozlash davrida avtopoyezd o'z turg'unligini saqlaydi.

Ikkinchi variantda (11.2-*b* rasm) tormozlash kuchi avvalo tortuvchi avtomobilda, keyin esa pritsepda maksimal qiymatga erishadi, umumiy qiymati  $P_{\text{tap}}$  grafik usulda qo'shish bilan aniqlanadi. Bu usul bilan tormozlashda pritsep tormozlanayotgan avtomobilini o'z massasi bilan suradi. Shunda avtopoyezd buklanishi mumkin, bu esa avtopoyezdning turg'unligini yomonlashtiradi.

Uchinchi variant bo'yicha tormozlanishda (11.2-*d* rasm) pritsepning tormozlanishi ilgariroq boshlangani uchun avtopoyezd tarang cho'zilib harakat qiladi, bu holat uning harakatdagi turg'unligini yaxshilaydi.

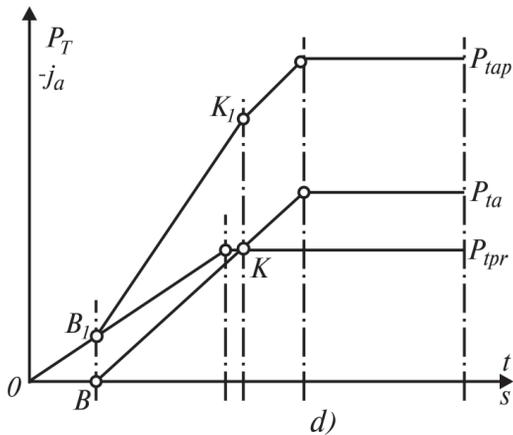
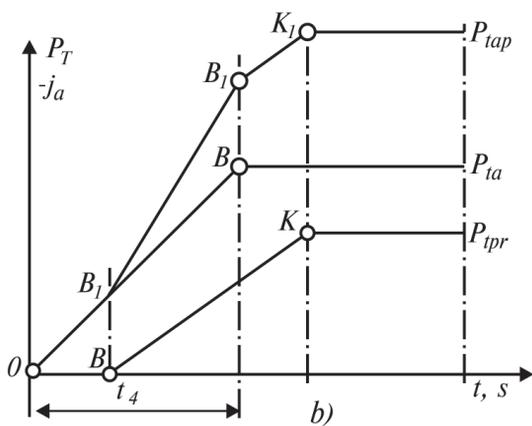
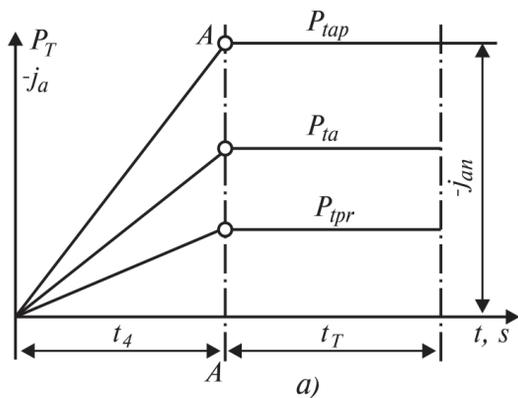
#### **11.4. AVTOPOYEZDNING YONILG'I TEJAMKORLIGI**

Avtomobilning avtopoyezd tarkibida ishlashi uning yo'l birligiga sarflagan yonilg'i miqdorini birmuncha oshiradi. Lekin pritseplarning 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 avtopoyezdlar uchun esa bu masala aniq emas va uni ilmiy asosda yechish zarur.

Avtopoyezdning 100 km yo'lga sarflanadigan benzin miqdori ayrim avtomobil normasidan pritsep og'irligining har tonnasi hisobiga 2,5 l, dizel yonilg'isi esa 1,5 l ga ortiq. Transport ishini bajarishi uchun sarflangan yonilg'i miqdori ayrim avtomobil uchun qanday bo'lsa, pritsep uchun ham shunday qoladi.

Avtopoyezdlarning yonilg'i tejamkorligiga uning konstruksiyasini yaxshilash katta ta'sir ko'rsatadi. Bu borada avtopoyezdning havo qarshiligini yengish qobiliyatini yaxshilash samarali bo'ladi. Tadqiqotlardan ma'lumki, 4x2 tipdagi tyagach va ikki o'qli yarim pritsepdan iborat, 33 t. li avtopoyezd



11.2-rasm. Tyagach va pritsepdan iborat avtopoyezdning tormozlanishi diagrammasi variantlari

sementbeton yoʻldan 70 km/soat tezlikda tekis harakatlanayotganda yonilgʻisining 20% havo qarshiligini yengishga sarf boʻladi. Aerodinamik moslamalarning ishlatilishi yuqoridagi avtomobil uchun 50...90 km/soat tezliklar diapazonida yonilgʻi sarfini 11...17% ga kamaytirishi mumkin.

### **XI bobga doir masalalar**

1. Ogʻirligi 13000N boʻlgan tyagach pritsep bilan qiyaligi  $4^\circ$ , gʻildirashga qarshilik koeffitsiyenti 0,04 boʻlgan yoʻldan harakatlanmoqda. Tyagach va pritsep ogʻirliklari oʻrtasidagi bogʻlanish koeffitsiyenti 0,62. Avtopoyezdning gʻildirashga qarshilik kuchi aniqlansin.

Javob:  $P_{\text{fap}} = 835 \text{ N}$ .

2. Ogʻirligi 65000N boʻlgan tyagach pritsep bilan balandlikka chiqish uchun 5000 N kuch sarflaydi; tyagach va pritsep ogʻirliklari oʻrtasidagi bogʻlanish koeffitsiyenti 0,53. Yoʻlning qiyalik burchagi aniqlansin.

Javob:  $\alpha = 2^\circ 52'$ .

3. Jami qarshilik koeffitsiyenti 0,15 boʻlgan yoʻl qarshiligini yengish uchun tyagach 9000N tortish kuchi sarflaydi. Tyagach va pritsep ogʻirliklari oʻrtasidagi bogʻlanish koeffitsiyenti 0,58. Tyagachning ogʻirligini aniqlang.

Javob:  $G_a = 38000 \text{ N}$ .

### ***Nazorat savollari***

1. Avtopoyezd deganda siz qanday transport vositasini tushunasiz?
2. Avtopoyezdni xalq xoʻjaligi tarmoqlarida ishlatishdan asosiy maqsad nima?
3. Avtopoyezdlarning qanday turlarini bilasiz?
4. Avtopoyezdlar qanday afzalliklarga ega?
5. Avtopoyezd vazifasiga koʻra qanday turlarga boʻlinadi?
6. Tortuvchi kuchning gʻildiraklarga taqsimlanishiga qarab avtopoyezd qanday turlarga boʻlinadi?
7. Avtopoyezdning gʻildirash harakati qarshilik kuchiga qanday omil taʼsir koʻrsatadi?
8. Avtopoyezdning balandlikka chiqish qarshilik kuchiga qanday omil taʼsir koʻrsatadi?
9. Avtopoyezd tormozlanishining qanday usullarini bilasiz?
10. Avtopoyezdning yonilgʻi tejamkorligi qanday omillarga bogʻliq?

## **XII bob. TRANSMISSIYA VA YURISH QISMINING VAZIFASI, TURLARI**

---

**Vazifasi:** transmissiya dvigateldan yetaklovchi g'ildiraklarga burovchi momentning yo'nalishini, qiymatini o'zgartirib, uzatish va yetaklovchi g'ildiraklarga bo'lib berish uchun xizmat qiladi.

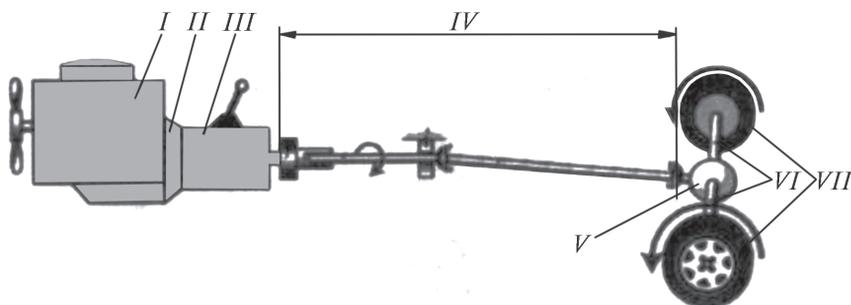
Transmissiya dvigatel bilan yetaklovchi g'ildiraklar orasidagi bog'lanishga qarab quyidagi turlarga bo'linadi:

- 1) mexanik;
- 2) gidrohajmli;
- 3) elektr;
- 4) kombinatsiyalashgan (gidromexanik va elektromexanik).

### **Mexanik transmissiya**

Zamonaviy avtomobillarda, asosan, mexanik transmissiya qo'llanib, ular avtomobillarning vazifasi va agregatlarning o'zaro joylanishiga qarab turli sxemalarda tayyorlanishi mumkin.

12.1-rasmda klassik sxemaga ega bo'lgan mexanik transmissiya keltirilgan (Damas, Jiguli, BA3-2107, Volga, O'zOtayo'l va hokazo).



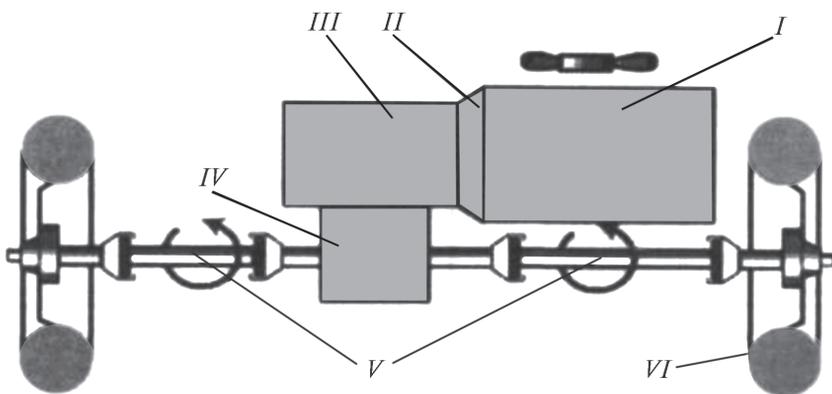
**12.1-rasm. Mexanik transmissiya (klassik):**

*I – dvigatel; II – ilashish muftasi; III – uzatmalar qutisi; IV – kardan uzatmasi; V – asosiy uzatma; VI – yarim o'qlar; VII – yetakchi g'ildiraklar.*

12.2-rasmda oldi g'ildiraklari yetaklovchi bo'lgan zamonaviy avtomobillarning transmissiyasining sxemasi keltirilgan (Neksiya, Tiko, Matiz, BA3-2108 va hokazo).

Burovchi moment dvigateldan I, ilashish muftasi II orqali uzatmalar qutisi III ga uzatiladi. Uzatmalar qutisida burovchi momentning qiymati (ulangan pog'onaga mos ravishda) va yo'nalishi (orqaga harakat qilganda) o'zgaradi va asosiy uzatma V ga uzatiladi, asosiy uzatmada burovchi moment qiymati uning uzatishlar soniga mos ravishda oshadi va differensialda teng ikkiga bo'linib, yarim o'qlar orqali yetakchi g'ildiraklar VI ga uzatiladi.

G'ildiraklarga uzatilgan moment miqdorining g'ildirak radiusiga nisbati g'ildirak bilan tayanch yuza orasida hosil bo'ladigan yetaklovchi kuchga tengdir. Bu kuch avtomobilning harakatiga qarshilik ko'rsatuvchi kuchlarni yengishga va avtomobilning tezlanishiga sarf qilinadi.



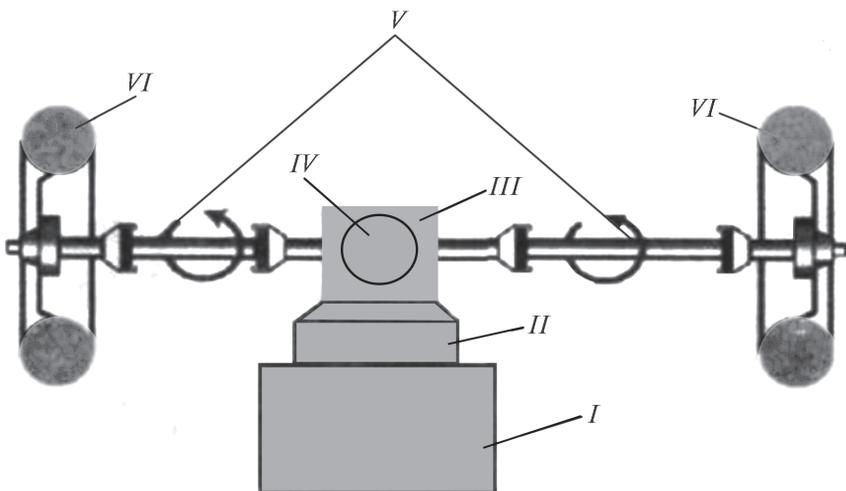
**12.2-rasm. Mexanik transmissiya (old yuritmalni sxema):**

*I – dvigatel; II – ilashish muftasi; III – uzatmalar qutisi; IV – asosiy uzatma; V – yetakchi g'ildirak uzatmasi; VI – yetakchi g'ildiraklar.*

Asosiy uzatma, differensial va yarim o'qlar birgalikda yetaklovchi ko'priknini tashkil etadi.

12.3-rasmda orqa g'ildiraklar yetaklovchi va dvigatel orqada joylashgan avtomobillarning transmissiyasi keltirilgan (3A3-968M, «Zaporozhets»).

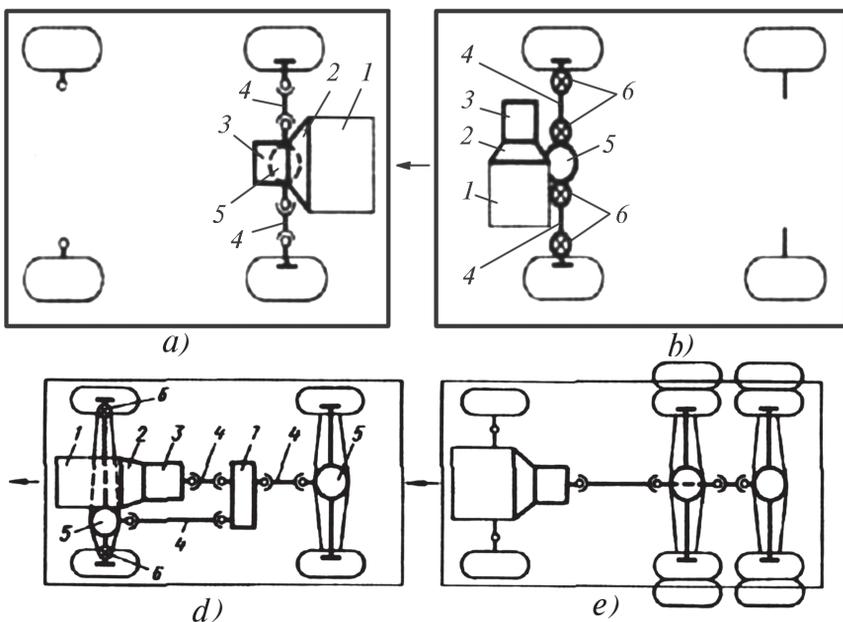
12.4-rasmda g'ildirak formulasi 4x4 bo'lgan mexanik transmissiyaning sxemasi keltirilgan. G'ildirak formulasi 4x2 bo'lgan

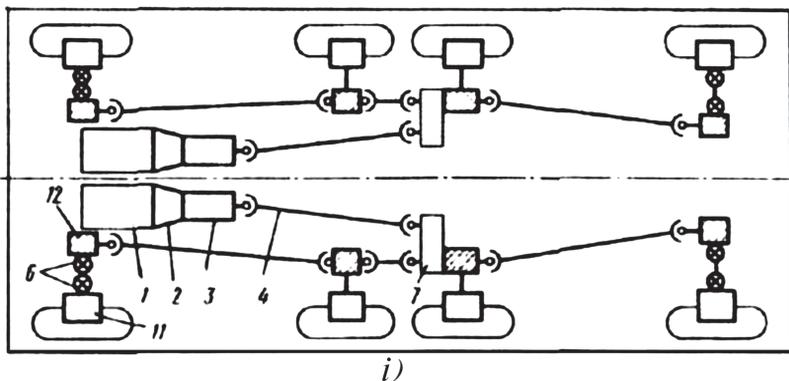
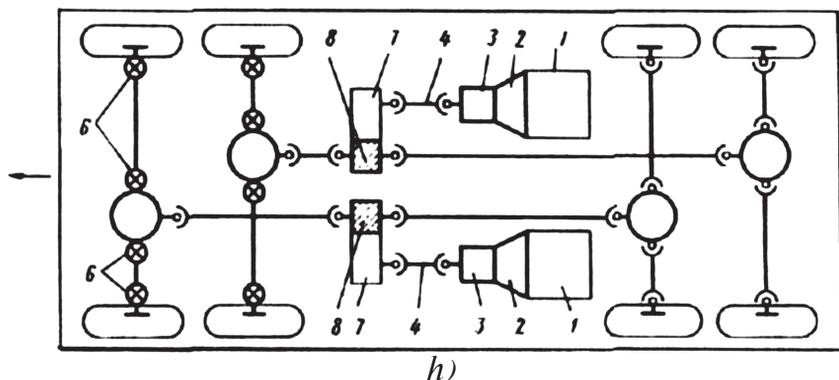
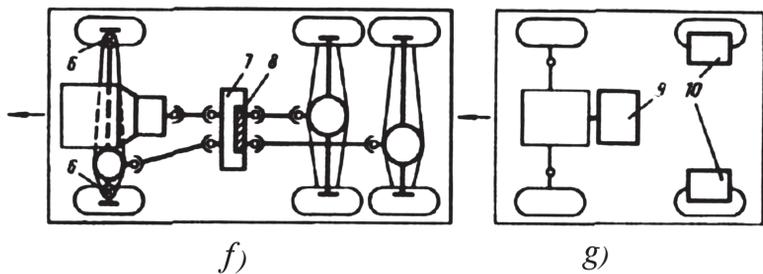


12.3-rasm. Mexanik transmissiya (orqa g'ildiraklar yetaklovchi, dvigatel orqada):

*I* – dvigatel; *II* – ilashish muftasi; *III* – uzatmalar qutisi; *IV* – asosiy uzatma; *V* – yetakchi g'ildiraklar uzatmasi; *VI* – yetakchi g'ildiraklar.

avtomobilning transmissiyadan farqli qo'shimcha taqsimlash qutisi 7 o'rnatilgan, taqsimlash qutisidan buruvchi moment kardan uzatmalari 4 orqali yetaklovchi ko'priklarga uzatiladi.





12.4-rasm. Mexanik transmissiya sxemalari:

a, b – mexanik transmissiya 4x2 avtomobili uchun; d – mexanik transmissiya 4x4 avtomobil uchun; e – mexanik transmissiya 6x4 avtomobil uchun; f – mexanik transmissiya 6x6 avtomobil uchun; g – gidrohajimli va elektrik transmissiya 4x2 avtomobil uchun; h, i – mexanik transmissiya 8x8 avtomobili uchun.  
 1 – dvigatel; 2 – ilashish muftasi; 3 – uzatmalar qutisi; 4 – kardan uzatmasi; 5 – asosiy uzatma; 6 – kardan sharniri; 7 – taqismlash qutisi; 8 – differensial; 9 – nasos (generator); 10 – gidromotor (elektrodvigatel).

Oldingi yetaklovchi ko'prikda asosiy uzatma, differensial va yarim o'qlardan tashqari burovchi momentni yetaklovchi va boshqariluvchi g'ildiraklarga uzatish uchun kardan sharnirlari 6 o'rnatilgan.

Ba'zida yetaklovchi ko'prikdagi burovchi momentni ma'lum bir nisbatda uzatish uchun taqsimlash qutisida o'qlararo differensial o'rnatiladi.

Uch o'qli avtomobillarning mexanik transmissiyalarida oraliq va orqa yetaklovchi ko'prikdagi burovchi moment bir umumiy val orqali uzatiladi.

## Elektrik va gidrohajmli uzatmalari

Elektrik va gidrohajmli transmissiyalarning prinsipl sxemalari o'xshashdir. Elektrik transmissiyalarda ichki yonuv dvigateli generator 9 ni harakatga keltiradi (12.4-g rasm). Generatordan chiqayotgan tok elektrodvigatel 10 ni harakatga keltiradi, o'z navbatida elektrodvigatel elektromotor g'ildirakni harakatga keltiradi.

Gidrohajmli transmissiyada ichki yonuv dvigatelidan harakatga keltiriladigan nasos 9 gidromotor 10 bilan trubalar orqali ulangan va gidromotor 10 yetaklovchi g'ildiraklarni harakatga keltiradi.

### 12.1. ILASHISH MUFTASI

Ilashish muftasining vazifasi va asosiy turlari.

**Vazifasi:** Ilashish muftasi quyidagi vazifalarni bajaradi:

1) dvigatel tirsakli valini uzatmalar qutisidan vaqtincha ajratish va ravon ulash.

Bu esa:

- avtomobilning ravon qo'zg'alishini ta'minlaydi;
- detallardagi yuklanishlarni oshirmay, pog'onalarni almashtirishni ta'minlaydi;
- dvigatelni o'chirmay turib avtomobilni to'xtatish imkonini beradi.

2) keskin tormozlanish jarayonida transmissiya detallarini ortiqcha yuklanishdan saqlaydi va ularning xizmat muddatini uzatiradi.

Ilashish muftasi yetaklovchi va yetaklanuvchi qismlardan tashkil topgan:

Yetaklovchi qismga tirsakli val bilan bogʻlangan (doimo aylanuvchi) detallar kiradi.

Yetaklanuvchi qismga yetaklanuvchi disk kiradi.

**Turlari.** Yetakchi va yetaklanuvchi qismlar orasidagi bogʻlanish tasnifiga, asosan, ilashish muftalari friksion, gidravlik va elektromagnit (kukunli) turlarga ajratiladi. Eng koʻp tarqalgani – bu friksion ilashish muftalaridir.

Ularda burovchi moment yetakchi qismdan yetaklanuvchi qismga, shu qismlarning taʼsir yuzalaridagi ilashish kuchi yordamida uzatiladi.

Gidravlik (gidromufta) ilashish muftalarida yetakchi va yetaklanuvchi qismlarda bogʻlanish, shu qismlar orasida harakatlanayotgan suyuqlik oqimining bosimi bilan amalga oshiriladi, elektromagnit ilashish muftalarida esa magnit maydon yoʻrdamida amalga oshiriladi.

## 12.2. UZATMALAR QUTISI

### **Vazifasi, ishlash prinsipi va turlari.**

**Vazifasi:** 1) uzatishlar sonini koʻpaytirish yoki kamaytirish yoʻli bilan avtomobil harakat tezligini va kardan valga uzatiluvchi burovchi moment miqdorini oʻzgartirish;

2) dvigateldan kelayotgan burovchi momentning yoʻnalishini oʻzgartirish (avtomobilni orqaga yuritishni taʼminlash);

3) dvigatel tirsakli valini yetakchi gʻildiraklardan uzoq muddatga ajratib qoʻyishni taʼminlaydi.

Uzatmalar qutisining uzatishlar soni uning yetakchi va yetaklanuvchi vallarining aylanish chastotalarining nisbatiga teng.

Uzatishlar sonini oʻzgartirishning zarurligi yoʻl sharoitiga bogʻliq boʻlgan avtomobil harakatiga qarshilik kuchlari keng diapazonda oʻzgaradi, porshenli dvigatelning burovchi momenti esa, eng koʻp yonilgʻi uzatilganda, bor-yoʻgʻi 10–30% ga oʻzgarishi mumkin.

Avtomobil joyidan qoʻzgʻalishida tez tezlanish olish uchun va harakatiga sezilarli qarshilik kuchlarini yengish uchun, masalan, toʻliq yuk bilan yuqoriga harakat qilganda, dviga-

telning maksimal momentiga to'g'ri keladigan qiymatga qaraganda tortish kuchi bir necha bor katta bo'lishi kerak.

Tortish kuchini bunday ko'paytirishni uzatishlar sonini o'zgartirish bilan ta'minlanadi.

**Uzatmalar qutisining turlari.** Uzatishlar sonini o'zgartirish tavsifiga binoan uzatmalar qutisi pog'onali, pog'onasiz va aralash turlarga bo'linadi. Yetakchi va yetaklanuvchi vallar orasidagi bog'lanish tavsifiga, asosan, uzatmalar qutisi mexanik, gidravlik, elektrik, aralash, boshqarish usuli bo'yicha esa avtomatik va avtomatik bo'lmagan turlarga ajratiladi. Pog'onali uzatmalar qutisi oldinga yurishdagi uzatishlar soni bo'yicha farqlanadi (4 pog'onali, 5 pog'onali va h.k.).

**Pog'onali mexanik uzatmalar qutisi.** Shesternyali pog'onali mexanik uzatmalar qutisi hozirgi kunda juda keng tarqalgan. Bunday uzatmalar qutisidagi o'zgartirilayotgan uzatishlar soni, odatda 4–5, ba'zida esa 8 va undan ko'p qiymatga ega.

Uzatishlar soni qanchalik ko'p bo'lsa, dvigatel quvvatidan shunchalik yaxshi foydalaniladi va yonilg'i tejamkorligi ham ortadi, biroq bunda uzatmalar qutisining konstruksiyasi murakkablashadi, vazni og'irlashadi, o'lchamlari oshadi va mavjud harakat sharoitlari uchun optimal bo'lgan uzatmalarni tanlash qiyinlashadi.

Avtomobil uzatmalar qutisi, odatda, silindrik tishli g'ildiraklardan iborat va qo'zg'almas geometrik o'qli yoki planetar qilib tayyorlanadi. Ikkita ilashib turgan tishli g'ildiraklarning kichigini-shesterna, kattasini – koleso deb ataladi.

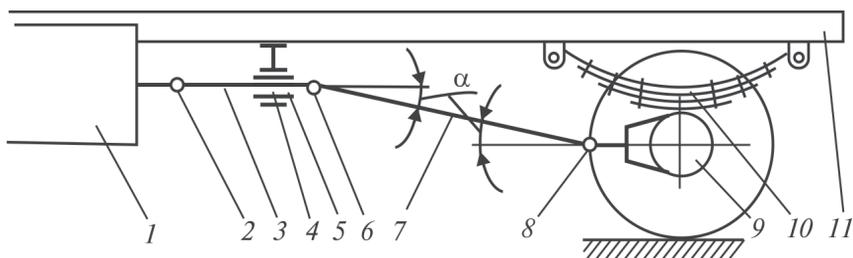
### 12.3. KARDANLI UZATMA

Avtomobilning yetakchi ko'prigi uzatmalar qutisi yoki taqsimlash qutisiga nisbatan pastroqda joylashgan.

Shuning uchun kuch uzatuvchi kardanli uzatmaning vali uzatmalar qutisi yoki taqsimlash qutisi valiga nisbatan  $\alpha$  burchak ostida joylashadi.

Yetakchi ko'prik ramaga elastik osmalar yordamida mahkamlanishi sababli avtomobilning harakatida u vertikal tebranib turadi.

Bu esa o'z navbatida  $\alpha$  burchakning, shuningdek, kardan valning uzunligini o'zgarib turishiga olib keladi.



13.1-rasm. Kardanli uzatma qismlarining joylashuv sxemasi:

1 – uzatmalar qutisi; 2,6 va 8 – kardanli sharnirlar; 3 – oraliq kardan vali;  
4 – oraliq tayanch; 5 – shlitsli birikma; 7 – asosiy kardan vali; 9 – asosiy  
uzatma; 10 – resso; 11 – rama.

Kardanli uzatmaning vazifasi o‘qlari bir chiziqda yotmagan va o‘zaro joylashuvi o‘zgarib turadigan vallar orasida burovchi momentni uzatib berishdan iborat.

Qutilar 1 (13.1-rasm) dvigatel bilan birgalikda ramaga birlashtirilgan, yetakchi ko‘prikk 9 esa ramaga 11 osmalar 10 yordamida mahkamlangan, vallardagi 3,7 burovchi moment yetakchi ko‘prikkka o‘zgaruvchan  $\alpha$  burchak ostida uzatiladi, shu sababli kardanli uzatma orqali berilayotgan burovchi moment o‘zgaruvchan burchak ostida uzatiladi.

### Kardanli uzatmaning tuzilishi

Kardanli uzatmalarning o‘rnatilishi joylari: uzatmalar qutisi bilan yetakchi ko‘prikk orasida; uzatmalar qutisi bilan taqsimlash yoki qo‘shimcha quti orasida; uch o‘qli avtomobillarning ikkita yetakchi orqa ko‘priklarning asosiy uzatmalari orasida; mustaqil osmali yetakchi g‘ildiraklarning yarim o‘qlari bilan asosiy uzatma orasida; oldingi boshqariluvchi g‘ildiraklar bilan yarim o‘qlar orasida; rul chambaragi bilan rul mexanizmi orasida va shunga o‘xshash boshqa yordamchi mexanizmlarda.

Kardanli uzatma kardanli sharnirlaridan 2, 6, 8 vallardan 3,7 va vallarning oraliq tayanchlaridan 4 tashkil topgan. Kardan sharniri deb, sharnirli bo‘g‘inga aytilib, uning yordamida aylanma harakatni (burovchi momentni) bir valdan ikkinchi valga o‘zgaruvchan burchak ostida uzatadi. Ko‘pchilik hollarda biki kardanlar ishlatiladi.

## **Kardan vali**

Kardan vallari trubasimon ko‘rinishda bo‘lib, po‘latdan tayyorlanadi va ikki uchiga vilkalar payvandlanadi. Avtomobillarning transmissiyasida qo‘shaloq hamda ochiq turdagi bitta asosiy kardan vali yoki asosiy va oraliq tayanchga o‘rnatilgan oraliq valli kardan uzatmalari o‘rnatiladi.

### **12.4. ASOSIY UZATMANING VAZIFASI VA TURLARI**

Zamonaviy avtomobillarda o‘lchamlari va massasi nisbatan katta bo‘lmagan, tezyurarligi hisobiga, yuqori quvvat hosil qiladigan dvigatellar qo‘llanilmoqda.

Biroq shunga qaramay, bu dvigatellar vallarida hosil bo‘ladigan burovchi moment (agar bu momentni o‘zgartirmasdan to‘g‘ridan-to‘g‘ri avtomobilning yetakchi g‘ildiraklariga uzatilsa) avtomobilning turli yo‘l sharoitlarida yura olishida yetarli emas. Avtomobilning harakatlanishi uchun uning yetakchi g‘ildiraklaridagi burovchi momentni oshirish qisman uzatmalar qutisi yordamida bajarilishi aytib o‘tilgan.

Lekin avtomobil ish mobaynida ko‘p vaqt nisbatan katta tezlik bilan to‘g‘ri uzatmada harakatlanadi.

Demak, to‘g‘ri uzatmada dvigatel validagi burovchi moment o‘zgarmasdan, ya‘ni avtomobilning yura olishida yetarli bo‘lmagan holda yetakchi g‘ildiraklarga uzatilgan bo‘lar edi. Shu sababli avtomobilning yetakchi g‘ildiraklaridagi burovchi momentni (aylanishlar chastotasini kamaytirish hisobiga) zarur miqdorga oshirish uchun transmissiyaga asosiy uzatma kiritiladi.

Asosiy uzatmalar, ilashishdagi tishli g‘ildiraklarning soniga qarab, yakka yoki qo‘shaloq bo‘lishi mumkin.

Yakka uzatma bir juft tishli g‘ildirakdan, qo‘shaloq uzatma esa ikki juft tishli g‘ildiraklardan iborat. Yakka uzatmalar o‘z navbatida silindrik, konussimon, gipoidli yoki chervyakli bo‘lishi mumkin.

Qo‘shaloq uzatmalar esa, odatda, bir juft konussimon va bir juft silindrik tishli g‘ildiraklardan tashkil topib, ular o‘z navbatida ko‘prik o‘rtasida yaxlit joylashgan – markaziy uzat-

ma yoki ikki qismga bo'lingan, ajratilgan uzatma bo'lishi mumkin. Yakka uzatmalar ko'pincha yengil yoki o'rta yuk ko'taraoladigan avtomobillarda qo'llaniladi.

Gipoidli asosiy uzatmalar, dvigateli oldida va yetakchi ko'prigi orqada joylashgan barcha yengil avtomobillarda, shuningdek, yuk avtomobillarida (GA3-53A) qo'llaniladi.

Silindrik asosiy uzatmalar dvigateli ko'ndalang joylashgan old yuritmal yengil avtomobillarda qo'llaniladi (Neksiya, Tiko, BA3-2108).

## 12.5. DIFFERENSIAL

Ma'lumki, avtomobil burilayotganda uning g'ildiraklari har xil yo'l bosib turli chastotada aylanadi. Masalan, avtomobil burilayotganda uning tashqi g'ildiragi ichki g'ildiraklariga qaraganda ko'proq yo'l bosib tez aylanadi.

G'ildiraklar bunday turli chastotada aylanishi avtomobilning notekisliklarda (to'g'ri yo'nalishda) harakatlanganda, shuningdek, g'ildiraklar har xil diametrga (shinalarning yoki havo bosimi turlicha bo'lganda) ega bo'lganda ham ro'y beradi. Yetakchi bo'lmagan oldingi g'ildiraklarni bir-biriga nisbatan turli chastotada mustaqil aylana olishini ta'minlash uchun ularni o'zaro bog'liq bo'lmagan o'qlarga o'rnatilgan bo'ladi. Differensialning vazifasi avtomobilning burilishida yoki notekisliklarda harakatlaganida burovchi momentni yetakchi g'ildiraklarga taqsimlash bilan ularni turli tezlikda aylana olishini ta'minlashdir. Avtomobillarda, asosan, shesternali va kulachokli differensiallar ishlatiladi.

Shesternali differensiallar konstruksiyasi bo'yicha birmuncha oddiy.

## 12.6. KO'PRIKLAR

Ko'priklar o'rtadagi vositachi agregat bo'lib, bir tomondan kuzov(rama)dan tushgan og'irlikni g'ildiraklarga uzatsa, ikkinchi tomondan yo'l notekisliklaridan hosil bo'layotgan turtkilarni kuzov (rama)ga beradi. Ko'priklarning vazifasi kuzov va ramani ularning yuklari bilan ushlab turish hamda ulardan tik yo'nalishda ta'sir etuvchi yuklamani g'ildiraklarga uzatib,

shu bilan bir vaqtda g'ildirakdan kuzov(rama)ga tortuvchi, tormozlovchi, yondan ta'sir etuvchi kuchlarni uzatishdir.

G'ildiraklarga qo'yilgan vazifalarga ko'ra (yetaklovchi va yetaklanuvchi-boshqariluvchi, ushlab turuvchi) ko'priklar yetakchi, yetakchi-boshqariluvchi, boshqariluvchi, ushlab turuvchi, kombinatsiyalashgan turlariga bo'linadi.

Yetakchi ko'prik kuzov (rama)ga yetakchi g'ildirakdan tortish jarayonidan itaruvchi kuchni, tormozlash jarayonida esa tormozlovchi kuchni uzatish vazifasini bajaradi.

Yetakchi ko'prikka misol tariqasida ЗИЛ-130, КамАЗ-5320, МА3-525, Damas avtomobillarining keyingi ko'priklarini misol qilib ko'rsatish mumkin. Yetakchi ko'prikka uning o'zi, asosiy uzatma, differensial, yarim o'q, g'ildiraklar kiradi.

Yetakchi ko'prikning asosi bo'lib bikirovak to'sin hisoblanadi va uning ikki chetida podshipniklarda yetakchi g'ildirak gupchaklari, ichida esa asosiy uzatma, differensial, yarim o'qlar, tashqarisida g'ildirak uzatmasi (МА3, КамАЗ) joylashiriladi.

## 12.7. OSMALAR

Osma avtomobil yurish qismining bir bo'lagi bo'lib, kuzov (rama)ni g'ildiraklar bilan bog'laydi.

Avtomobil yo'li notekisliklardan iborat bo'lib, ularning turtkilari kuzovga uzatilishi natijasida yuk yoki yo'lovchiga salbiy ta'sir qiladi. Bu ta'sirni kamaytirish uchun kuzov va g'ildirak o'rtasiga elastik qism (ressora, prujina, pnevmoballon va h.k.) kiritish kerak.

Yetakchi g'ildiraklardan yetaklanuvchilarga itaruvchi kuchni uzatish va tormozlanuvchi g'ildiraklardagi tormoz kuchi yordamida avtomobilning kinetik energiyasini so'ndirish uchun g'ildirakni kuzov bilan bog'laydigan kuchlarni qabul etuvchi yo'naltiruvchi richaglar zarur. Yo'l notekisliklaridan ta'sir etayotgan turtkilardan hosil bo'layotgan tebranishlarni so'ndirish ham kerak.

Osmalar tortuvchi va tormozlovchi kuchlarni, yo'l notekisliklaridan hosil bo'layotgan turtkilarni qabul qilib, me'yoriy darajagacha kamaytirish hamda tebranish amplitudasi va davomiyligini kamaytirish vazifasini bajaradi.

### ***Nazorat savollari***

- 1. Avtomobil transmissiyasi vazifasini aytib beraolasizmi?*
- 2. Transmissiyaning qanday turlarini bilasiz?*
- 3. Klassik avtomobil mexanik transmissiyasida agregatlar qanday tartibda joylashgan?*
- 4. Old g'ildiraklari yetaklovchi zamonaviy avtomobillar transmissiyasining tuzilishini bilasizmi?*
- 5. Keyingi g'ildiraklari yetaklovchi va dvigateli ketinda joylashgan avtomobillar transmissiyasining tuzilishini bilasizmi?*
- 6. Elektrik transmissiyali avtomobillarning asosiy agregatlarini aytib bering.*
- 7. Gidrohajmli transmissiyaga ega avtomobillar qanday agregatlardan iborat?*
- 8. Ilashish muftasining vazifasini aytib bering.*
- 9. Ilashish muftasining konstruksiyasi bo'yicha qanday turlarini bilasiz?*
- 10. Uzatmalar qutisining vazifasini va tasnifini aytib bering.*
- 11. Pog'onali mexanik uzatmalar qutisi tasnifini aytib bering.*
- 12. Kardanli uzatmaning vazifasini aytib bering.*
- 13. Asosiy uzatmaning vazifasini va tasnifini aytib bering.*
- 14. Differensial vazifasini tushuntirib bering.*
- 15. Avtomobil ko'priklarining vazifasi nimalardan iborat?*
- 16. Osmalarning vazifasini aytib bering.*