

23-bob. G'ILDIRAKLI TRAKTORNING UMUMIY DINAMIKASI

1-§. Pnevmatik shinning fizik-mexanik xususiyatlari

Pnevmatik shinalar zarba, tebranish kabi yo'l tomonidan mashinaning asosiga uzatiladigan energiyani so'ndirish xususiyatiga ega bo'lganligi sababli, u g'ildirakli mashinalarda keng qo'llaniladi.

Pnevmatik shinalardagi tebranish energiyasi undagi havoning siqilishiga va protektor materiali elastik deformatsiyasining gisterezis ishiga aylanadi.

G'ildiraklarga tushuvchi tashqi (normal, yonaki hamda burchak bo'yicha va boshqa) yuklamalar ta'sirida shina deformatsiyalanadi va undan issiqik energiyasi ajralib chiqadi, natijada g'ildirakning tayanch yuzasida tutashish izi va uning barcha qismida asos reaksiyasi hosil bo'ladi.

Shunday qilib, pnevmatik g'ildirak deformatsiya energiyasini uzatuvchi mexanizm bo'lib xizmat qiladi, u harakatning kinematik va dinamik ko'rsatkichlarini tavsiflovchi foydali ish koeffitsientiga ega.

Pnevmatik g'ildirakning ishlashi, birinchidan, transmissiya, rama va boshqarish organlari bilan bog'liq, ikkinchidan, u tuproq sirti bilan ham bog'langan.

Shuning uchun ham pnevmatik g'ildirakning tortuvchanlik-tishlashuvchanlik, yurish ravonligi, boshqaruvchanligi va yonilg'i tejankorligi kabi ishlatish xususiyatlari bilan tasvirlanadi.

Pnevmatik shina gisterezis, tayanuvchanlik — yuk ko'taruvchanlik, tishlashuvchanlik, yonaki surilishga qarshilik va burchak bo'yicha deformatsiyalanish (burchak bikirligi) kabi asosiy xususiyatlarni o'z ichiga oladi.

Pnevmatik shinning gisterezis xususiyati maxsus stendda tahlil qilinadi. Bunda shina g'ildirak o'qi orqali normal kuch bilan yuklanish va yuksizlantirish imkoniga ega. Yuklanish va yuksizlantirish jarayonidagi g'ildirak markazining siljishi maxsus qurilma yordamida yozib boriladi va natijada gisterezis sirtmog'i hosil qilinadi. Sirtmoq maydonining kattaligi son jihatidan shina protektori materialini sinov qurilmasining ishqalanish sirtida yo'qotgan enegiya miqdoriga teng.

Tajriba ma'lumotlaridan ma'lumki, gisterezis natijasida energiya yo'qotilishi shinaning dumalashdagi umumiy qarshilgiga proporsional bo'ladi. Bunday jarayonda yo'qotilgan energiya miqdori, agar shinaga bir vaqtning o'zida radial yuklama, yetaklovchi moment, yonaki kuch va burchak bo'yicha deformatsiyalovchi moment ta'sir ko'rsatgan hollarda yanada ham ortadi. Ta'sir ko'rsatuvchi omillarni hisobga olingan holat uchun, pnevmatik shinaning qattiq asosda dumalashga qarshilik koefitsienti quyidagicha ifodalanadi:

$$f_{qat} = a_1 A_r + a_2 A_m + a_3 A_c + a_4 A_s,$$

bu yerda: a_1 — normal kuch miqdoriga bog'liq bo'lgan proporsionallik koefitsienti; A_r , A_m , A_c va A_s — mos ravishda gisterezis jarayonida shinaga ta'sir etuvchi radial siquvchi kuch, yetaklovchi moment, yonaki kuch va burchak bo'yicha deformatsiyalovchi momentlar ta'sirda bajarilgan ish miqdori; a_2 , a_3 , a_4 — mos ravishda, g'ildirak radiusiga, deformatsiya miqdoriga, yuklanish tezligiga va boshqa shu kabi omillarga bog'liq bo'lgan proporsionallik koefitsientlari.

Shinaning tayanuvchanlik va yuk ko'taruvchanlik xususiyati. Shinaning tayanuvchanlik xususiyati tutashuv izining maydoniga va bu izga tushuvchi o'rtacha va maksimal bosimga bog'liq.

Tutashuv izining maydoni shinaning radial deformatsiyasi miqdori bilan belgilanadi. Shina tutashuv izi maydonining taxminiy qiymatini va uning normal deformatsiyasini hisoblash uchun quyidagi formulalardan foydalanish tavsiya etiladi:

$$\lambda_{sh} = \frac{\gamma_k c Q}{\pi P_w \sqrt{D \cdot b}}; \quad F = \pi \lambda_{sh} \sqrt{D \cdot b} \quad Q = c \gamma_k / P_w,$$

bu yerda: γ_k — shina tayanadigan asosning qattiqligini hisobga oluvchi koefitsient, $\gamma_k = 0,7-1$; c — tutashuv izining kengligiga, shinadagi havoning bosimiga P_w to'g'ri proporsional va yuklanish Q ga teskari proporsional bo'lgan koefitsient; D — shinaning erkin diametri.

Shinaning yuk ko'tarish qobiliyati deb, uning uchun ruxsat etilgan eng katta normal yuklanish miqdoriga aytiladi:

$$Q = (P_w + P_e) \cdot Z^{1/2} (D \cdot b_d / B_{sh}) \cdot \lambda_{sh} \cdot (\lambda_{sh} / H_p)^{1/3},$$

bu yerda: P_w — shinadagi havoning bosimi; P_e — shinaning turli xildagi deformatsiyalanishidagi, uning karkasi bikirligiga ekvivalent

bo'lgan bosim; Z – shinadagi kort qatlamlarining soni; D, d_p, B_{sh}, H_p – mos ravishda shinaning erkin diametri, diskning kengligi, pnevmatik shina profilining kengligi va balandligi; λ_{sh} – shinaning radial deformatsiyasi.

Shinaning tishlashuvchanlik xususiyati. Pnevmatik shinaning tishlashuvchanlik xususiyati τ_i-s yoki φ_i-s diagrammasi bilan tavsiflanadi, bu yerda: normal yuklamaning qiymati Q o'zgaruvchan bo'ladi (τ_i – g'ildirak sirti va harakat tekisligi tutashuv yuzasiga ta'sir etuvchi o'rtacha urinma kuchlanish; s – tutashuv izidagi protektor elementining harakat yo'nalishiga teskari yo'nalishdagi sirpanish miqdori; φ_i – shinaning asos bilan tishlashish koefitsienti.

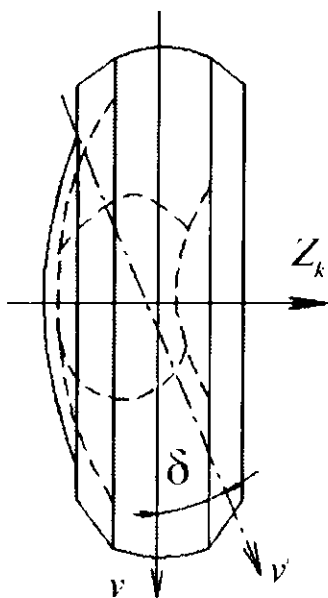
τ_i-s yoki φ_i-s diagrammalari, g'ildiraklarni maxsus stendlarda sinash usuli bilan, maxsus harakatlanuvchan testerlarda, suriluvchan plastinkalarni yoki halqalarni sinash natijalaridan foydalanib aniqlanadi.

Shinaning tishlashuvchanlik xususiyatini, tishlashuvchanlik koefitsienti va miqdori jihatidan tutashuv izidagi teng ta'sir etuvchi urinma kuchlanishga teng bo'lgan, urinma tortish kuchni belgilaydi. Urinma kuchlanish miqdori g'ildirak rezinasining tuproqqa nisbatan sirpanish kuchiga va tuproq zarrachalari o'rtasidagi ichki ishqalanish koefitsientiga bog'liq. Bu kuchlanish tuproqning turiga va holatiga, shinadagi tuproq ilashtirgichning tuzilishiga va ularning yuklanish rejimiga va g'ildirakka ta'sir ko'rsatuvchi normal yuklanishga bog'liq.

Yuqori darajadagi o'tuvchanlik xususiyatiga ega bo'lgan traktorlar uchun, ayniqsa, tuproq ilashtirgichlarning tuzilishi muhim ahamiyatga ega, agar ular yirik bo'rtlamali bo'lsa shinaning tishlashuvchanligi yuqori bo'ladi.

Shinaning yonlama surilishga qarshiligi. Mashinaning boshqaruvchanlik xususiyatiga uning yonlama bikirligi muhim ta'sir ko'rsatadi.

Radial kuch bilan yuklangan va aylanish tekisligida harakatlanayotgan,



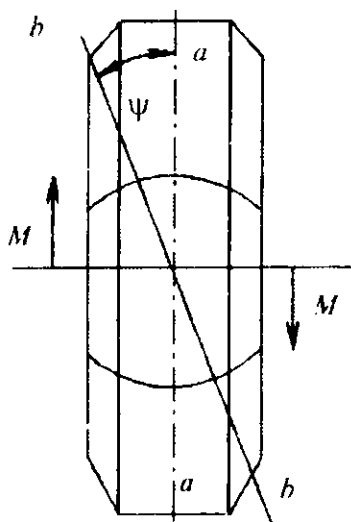
23.1-rasm. Shinaning yonlama surilishga qarshiligini aniqlash sxemasi

vertikal o'rnatilgan g'ildirakka yonlama Z_k kuchi ta'sir ko'rsatsa (23.1-rasm), g'ildirak profilining yo'l bilan tutashuv shakli o'zgaradi. Bunday o'zgarish nafaqat shinaning tutashuv zonasida, balki uning boshqa qismlarida ham sodir bo'ladi. Shinaning bunday holatini uning yonlama surilishi deyiladi. Bunda g'ildirak dastlabki yo'nalishiga nisbatan δ_{yon} burchak ostida harakatlanadi, δ_{yon} burchagini g'ildirakning yonlama surilish burchagi deyiladi.

G'ildirakning yonlama surilishga qarshilik koeffitsienti:

$$K_{yon} = Z_k / P_c$$

Shinaning yonlama surilishga qarshiligi, uning tuzilishiga va o'lchamlariga, undagi havo bosimiga bog'liq. Yonlama surilishga qarshilik, shinadagi havo bosimi ortishi bilan ortib boradi. Shinaning yonlama surilish burchagi chegaralangan bo'lib, u yengil avtomobillarda 3–5° dan oshmaydi. Bu burchakning qiymati yuk avtomobillari va traktorlar uchun yanada kichikroq bo'ladi. Shunday qilib, shinaning yonlama surilishi deb, Z_k yonlama kuch ta'siri yo'nalishida pnevmatik g'ildirakni dastlabki yo'nalishdan δ_{yon} burchakka chetga chiqishiga aytiladi.



23.2-rasm. Shinaning burchak bikirligini aniqlash sxemasi

Shinaning burchak bo'yicha deformatsiyalanishga qarshiligi. Agar g'ildirakka normal kuchdan tashqari, yo'l sirtiga parallel bo'lgan moment qo'yilgan bo'lsa (23.2-rasm), shinaning burchakli deformatsiyasi sodir bo'ladi. Uni quyidagicha tushuntirish mumkin: shina protektorning dastlabki $a - a$ o'rta chizig'ining holati, moment ta'sirida $b - b$ holatga o'zgaradi, o'rta chiziqning holatlari bir-birlariga nisbatan ψ burchakni hosil qiladi, uning qiymati burchak bikirligi bilan baholanadi. Shinaning burchak bikirligi M/ψ ga teng.

G'ildirak shinasini, burchak bikirligi hisobiga qisman harakat yo'nalishidan chetga chiqishi, bu-

ning natijasida protektor elementlari yo'lga nisbatan biroz sirpanishi ham mumkin. Bu esa, o'z navbatida, rul mexanizmi bilan burilish sodir etilganda shinning yeyilishini kamaytirishga olib keladi.

Pnevmatik shinalar ishlatish jarayonida turli xildagi deformatsiyalarga uchraganligi sababli, ularda quyidagi radiuslar qo'llaniladi.

G'ildirakning **erkin radiusi** deganda, yuklanmagan g'ildirak radiusi tushuniladi.

Statik radius, normal kuch bilan yuklangan, harakatsiz g'ildirak o'qidan uning tayanch tekisligigacha bo'lgan masofadan iborat.

Dinamik radius deb, harakatdagi g'ildirakning radiusiga aytiladi. Agar g'ildirak kichik tezlikda qattiq yo'lda harakatlansa, dinamik radiusni taxminan statik radiusga tenglab olish mumkin. Agar harakat deformatsiyalanadigan tuproqda sodir bo'lsa, dinamik radius deformatsiyalanmaydigan asosdagi radiusdan katta bo'ladi.

2-§. Traktorning oldingi va orqa g'ildiraklariga tushuvchi yo'lning normal reaksiyasini aniqlash

Tirkamali traktorning gorizontall tekislikka nisbatan α burchakli qiyalikdagi yo'lda tezlanuvchan harakat qilgan holatini ko'rib chiqamiz. Traktorning oldingi g'ildiraklari yetaklanuvchi, orqa g'ildiraklari esa yetaklovchi bo'lsin, ularning diametri mos ravishda $2r_d$ va $2r_o$ ga teng (23.3-rasm).

Traktor to'g'ri chiziqli harakatlanganda uning ko'ndalang tekisligiga quyidagi tashqi kuchlar va reaksiyalar ta'sir ko'rsatadi.

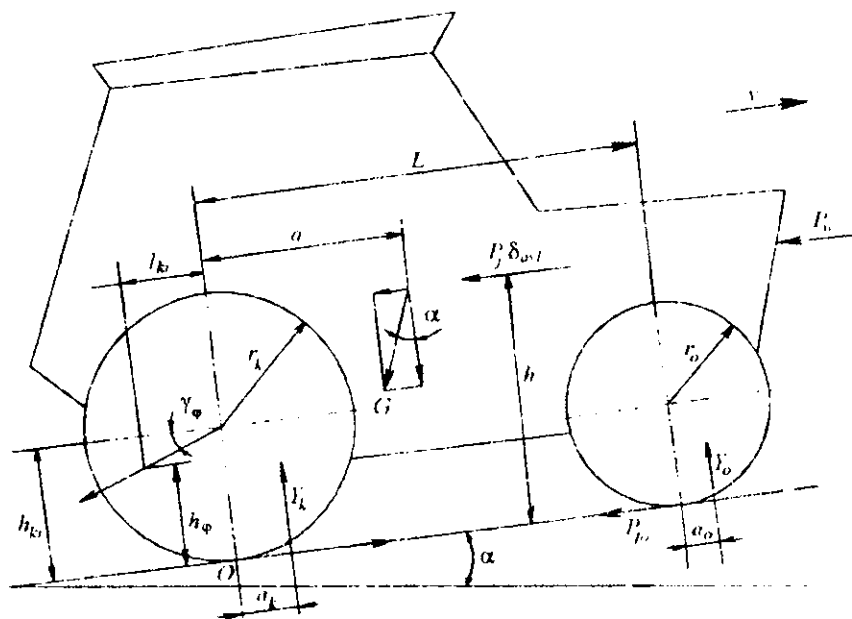
Traktorning og'irlik kuchi, traktorning og'irlik markaziga qo'yilgan bo'ladi. Og'irlik kuchi a va h koordinatalari bilan ta'riflanadi.

Yetaklovchi va yetaklanuvchi g'ildiraklarga qo'yilgan yo'lning normal reaksiyasi Y_k va Y_o . Bu kuchlar harakat yo'nalishi bo'yicha g'ildiraklarning vertikal o'qidan a_k va a_o masofaga surilgan bo'ladi.

Harakat yo'nalishiga parallel bo'lgan yo'lning reaksiyasi, traktorni harakatga keltiruvchi — itaruvchi kuchni tashkil etadi. Bu kuch yetaklovchi g'ildirak o'qidan r_d masofaga qo'yilgan bo'lib, u $X_k = P_k - P_f$ ga teng.

Oldingi g'ildirakka ta'sir etuvchi reaksiya kuchi harakat yo'nalishiga teskari yo'nalishda ta'sir ko'rsatib, yetaklanuvchi g'ildirak o'qidan r_o masofaga qo'yilgan bo'ladi (P_o kuchi).

Tortishga qarshilik kuchi traktorning tirkash nuqtasiga qo'yilgan bo'lib, yo'l sirtidan vertikal tekislik bo'yicha h_k masofada joylashgan.



23.3-rasm. Traktorning oldingi va orqa g'ildiraklarga tushuvchi normal reaksiyalarni aniqlash sxemasi

Umumiy holda tortishga qarshilik kuchi harakat tekisligiga nisbatan γ_k burchakda yo'nalgan bo'ladi. Bu burchak, tortishga qarshilik kuchi harakat tekisligiga nisbatan pastga yo'nalgan bo'lsa, musbat, yuqoriga yo'nalgan bo'lsa, manfiy hisoblanadi.

Ilgarilanma va aylanma harakat qiluvchi massalarni umumiy inersiya kuchi $R_j \delta_{o,l}$ traktorning nobarqaror tezlikda harakatlanishidan sodir bo'ladi.

Havoning qarshilik kuchi og'irlik markazining balandligiga yaqin bo'lgan masofaga qo'yilgan bo'ladi. Bu masofani traktorning yelkanli markazi deb ataladi. Amalda og'irlik va havoning qarshilik kuchlarining vertikal koordinatalari bir to'g'ri chiziqda yotadi deb qabul qilingan.

Hisoblashni osonlashtirish maqsadida tortishga qarshilik kuchining ta'sir yo'nalishini saqlagan holda harakat tekisligiga normal bo'lgan g'ildirak o'qidan o'tuvchi tekislik bilan kesishgan nuqtaga ko'chiramiz. Tortishga qarshilik kuchi qo'yilgan yangi nuqtani shartli tirkash nuqtasi deb ataymiz.

Uning yo'l sirtidan balandligi $h_{kr} = h_{kr} + l_{kr} \operatorname{tg} \gamma_{kr}$ ifoda bilan hisoblanadi. Bu yerda: l_{kr} — haqiqiy tirkash nuqtasidan yetaklovchi g'ildirakning vertikal o'qigacha bo'lgan masofa.

Oldingi g'ildirakka ta'sir etuvchi yo'lning normal reaksiyasini aniqlash uchun, barcha kuchlardan O_2 nuqtaga nisbatan momentlar tenglamasini tuzamiz. Itaruvchi kuch yo'l sirtiga nisbatan o'tkazilgan normal bilan kesishganligi uchun uning momenti bo'lmaydi. Momentlar tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$(G \sin \alpha + P_j \cdot \delta_{ayl} + P_w) \cdot h + P_{kr} \cos \gamma_{kr} h_{kr} - G \cdot a \cdot \cos \alpha = 0,$$

bu yerda: l — traktorning bazasi.

Tenglamadagi $U_k \cdot a_k$ va $U_o \cdot a_o$ ko'paytmalarni tegishli M_k va M_o momentlari bilan almashtirib traktor g'ildiraklarining umumiy dumalashga qarshilik momentini hisoblaymiz:

$$M_l = M_k + M_o$$

Yuqoridagi ifodani hisobga olib, oldingi g'ildirakka ta'sir etuvchi reaksiya kuchini aniqlaymiz:

$$Y_o = \left[G \cdot a \cos \alpha - (G \sin \alpha + P_j \delta_{ayl} + P_w) \cdot h - P_{kr} h_{kr} - M_l \right] / l,$$

bu yerda: va undan keyin ham γ_{kr} burchagining kichikligini hisobga olib, $\cos \gamma_{kr} = 1$ deb qabul qilamiz.

Harakat tekisligiga perpendikular bo'lgan tekislikda ta'sir etuvchi kuchlar proyeksiyalarining yig'indisidan orqa g'ildirak normal reaksiyasi Y_k ni aniqlaymiz, ya'ni

$$Y_k + Y_o = G \cos \alpha + P_{kr} \sin \gamma_{kr}$$

Bu ifodaga oldingi g'ildirak reaksiyasi Y_o qiymatini qo'yib, orqa g'ildirak reaksiyasi Y_k ni aniqlaymiz:

$$Y_k = \left[G \cos \alpha (l - a) + (G \sin \alpha + P_j \delta_{ayl} + P_w) \cdot h - P_{kr} h_{kr} + M_l \right] / l + P_{kr} \sin \gamma_{kr}$$

Agar traktor qiya burchakli nishablikda harakatlansa, burchak manfiy hisoblanadi. Inersiya kuchi ham tenglamada turli ishorali bo'lishi mumkin, sekinlanuvchan harakatda (tormozlash paytida) uning ishorasini manfiy olish lozim.

Y_k va Y_o reaksiya kuchlarini hisoblash formulalarini tahlil qilamiz.

1. Agar traktor gorizontaal yo'lda barqaror harakat qilib, uning tezligi uncha katta bo'lmasa, ya'ni $v = \text{const}$, $\alpha = 0$ va $P_w = 0$ bo'lsa:

$$Y_o = (G \cdot a + P_{kr} h_{kr} - M_f) / L;$$

$$Y_k = [G(L - a) + P_{kr} h_{kr} + M_f] / L + P_{kr} \sin \gamma_{kr}$$

2. Agar traktor salt yurishda, gorizontaal yo'lda, uncha katta bo'lmagan barqaror tezlikda harakatlansa, ya'ni $P_{kr} = 0$, $v = \text{const}$, $\alpha = 0$, $P_w = 0$ bo'lsa, oldingi va orqa g'ildiraklardagi normal reaksiya:

$$Y_o = (G \cdot a - M_f) / L; \quad Y_k = [G(L - a) + M_f] / L$$

3. Traktor statik (harakatsiz) holatda gorizontaal tekislikda tirkamasiz, ya'ni $P_{kr} = 0$, $v = 0$, $M_f = 0$ bo'lsa, g'ildiraklardagi normal reaksiya kuchi:

$$Y_o = (G \cdot a) / L; \quad Y_k = G(L - a) / L$$

4. Tortishga qarshilik kuchi harakat tekisligiga nisbatan qiya bo'lganda Y_k va Y_o reaksiya kuchlari nafaqat normal yuklamaning qayta taqsimlanishi hisobiga, balki unda $Y_k + Y_o + G \cos \alpha + P_{kr} \sin \gamma_{kr} = 0$ tenglik mavjud bo'ladi.

Turli harakat sharoitlarida normal reaksiya kuchlarining taqsimlanishini aniqlash va ularni solishtirish uchun Y_k va Y_o kuchlarining solishtirma ko'rsatkichlarini kiritamiz, bu ko'rsatkichlarni g'ildiraklarning yuklanish koeffitsienti deb qabul qilamiz, ya'ni:

$$\lambda_o = Y_o / G \quad \text{va} \quad \lambda_k = Y_k / G$$

Traktorning tortuvchi qismidagi tortishga qarshilik kuchi yo'l sirtiga parallel bo'lsa: $\lambda_o + \lambda_k = 1$.

Agar traktorning tortishga qarshiligi harakat yo'nalishiga nisbatan pastga yo'nalgan bo'lsa: $\lambda_o + \lambda_k > 1$.

Agar tortishga qarshilik harakat yo'nalishiga nisbatan yuqoriga yo'nalgan bo'lsa: $\lambda_o + \lambda_k < 1$.

Agar traktor tirkamasiz gorizontaal yo'lda harakatlansa:

$$\lambda_o = \frac{a}{L} - \frac{M_f + P_w h}{GL} = \lambda_{ost} - \frac{M_f + P_w h}{GL};$$

$$\lambda_k = \frac{L - a}{L} + \frac{M_f + P_w h}{GL} = \lambda_{kst} + \frac{M_f + P_w h}{GL},$$

bu yerda: $\lambda_{ost} = a/L$ va $\lambda_{kst} = (L-a)/L$ — statik holatda bo'lgan traktor g'ildiraklarining yuklanish koeffitsientlari.

5. Oldingi va orqa g'ildiraklarga taqsimlanuvchi normal yuklamaga og'irlik markazining ko'ndalang koordinatasi sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Orqa g'ildiraklari yetaklovchi bo'lgan g'ildirakli traktorlarda og'irlik markazi g'ildiraklarga yaqin joylashgan bo'ladi. Shuning uchun ham:

$$Y_{kst} = (0,65-0,7) \cdot G$$

Orqa g'ildiraklarga tushuvchi og'irlik kuchining kamayishi traktor tishlashish xususiyatini yomonlashtiradi, oldingi g'ildiraklarga tushuvchi og'irlik kuchining kamayishi esa, traktor boshqaruvchanligiga va bo'ylama barqarorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

6. Mashinaning konstruktiv ko'rsatkichlari normal yuklamaning g'ildiraklar o'rtasida taqsimlanishiga ta'sir ko'rsatadi. Mashinaning bazasi qanchalik qisqa bo'lsa, uning og'irlik markazi balandligi va unga mos holda shartli tirkash balandligi ham kattalashadi.

Nazorat savollari

- 1. Pnevmatik shinaning asosiy xususiyatlarini aytib bering.*
- 2. Shinaning yuk ko'tarish qobiliyati nimalarga bog'liq?*
- 3. Traktorning oldingi va orqa g'ildiraklariga tushuvchi yo'lning normal reaksiyasi qanday aniqlanadi?*
- 4. Traktor nishablikda harakatlanganda oldingi va orqa g'ildiraklardagi reaksiya kuchlari qanday aniqlanadi?*