

1-§. Burilishning asosiy turlari va kinematikasi

Qishloq xo'jaligidagi transport ishiari, umumiy ish hajmining 20 % ni tashkil etadi. Bunda mashinaning asosiy xususiyatlaridan biri uning boshqariluvchanligi hisoblanadi.

Mashinaning boshqaruvchanligi deganda, uning harakat davomidagi belgilangan yo'nalishni aniq saqlay olishi va unga ta'sir ko'rsatilganda harakat trayektoriyasini kerakli yo'nalishga o'zgartira olish xususiyati tushuniladi. Birinchi xususiyatni mashinaning yo'nalish bo'yicha barqarorligi, ikkinchisini esa mashinaning buriluvchanligi deyiladi.

G'ildirakli mashinalarning buriluvchanligini baholash uchun quyidagi ko'rsatkichlardan foydalaniladi: eng kichik burilish radiusi (aylana bo'yicha harakatlanganda); harakat tezligining trayektoriya bo'yicha chegaraviy qiymati; berilgan trayektoriya bo'yicha harakatlanganda sarflangan energiya miqdori; burilish uchun zarur bo'lgan solishtirma tortish kuchi; burilishda ilashish og'irligidan foydalanish koeffitsienti.

Burilish radiusi qanchalik kichik, harakat trayektoriyasining egriligiga mos ravishda chegaraviy harakat tezligi qanchalik katta va boshqarishda qanchalik kam energiya sarflansa, mashinaning boshqariluvchanligi va buriluvchanligi shunchalik yaxshi hisoblanadi. Ko'pchilik hollarda, to'liq uzatmali traktorlar burilishni barcha boshqariluvchi g'ildiraklar bilan amalga oshiradi (26.1-rasm, *a*, *b*). Bunday mashinaning harakat yo'nalishi ikki usulda o'zgartiriladi:

1) *oldingi va orqa g'ildiraklar turli tomonga buriladi* va mashina aylanish o'qining kesishish nuqtasiga nisbatan aylanma harakat qiladi;

2) *barcha g'ildiraklar bir tomonga buriladi*. Bunda traktorning ko'ndalang barqarorligi yaxshilanadi, ammo kichik radiusli burilishni amalga oshirish ancha mushkul bo'ladi.

Rul boshqarmasining yuritmasi bunday mashinalarda, ayniqsa, barcha g'ildiraklari bilan boshqariladigan mashinalarda, murakkab tuzilishga ega. Shu munosabat bilan burilishning yangi sxemasi yaratilgan, bu usulni «sinuvchan ramali» usul deb ataladi (26.1-rasm, *e*). Bu usuldagi burilishda, traktorning yaxshi buriluvchanligiga erishilib,

burilish radiusi kichik bo'ladi hamda sharnirlar soni kamayadi, chunki bunda g'ildirak o'qlari ramaga nisbatan qo'zg'alinas qilib o'rnatiladi. Ammo bunday mashinalar qiyalikda yomon ishlaydi.

Yuqori darajada buriluvchan va tuzilmasi sodda bo'lgan traktorlarni yaratish ishlari natijasida g'ildirak formulasi 4K4 bo'lgan zanjirli traktorlar yaratildi. Bunday traktorlarda, oldingi va orqa g'ildiraklarning har bir tomoni tishli yoki zanjirli uzatmalar bilan birlashtirilgan (26.1-rasm, f) bo'ladi. Burilishda traktorning tomonlaridan biri uzib qo'yiladi yoki keskin burilish talab qilinganda ulardan biri tormozlab qo'yilishi ham mumkin.

Ko'rib o'tilgan burilishlarning har biri o'zining xususiy burilish kinematikasiga ega. Shuning uchun dastlab, eng sodda burilish kinematikasiga, bir boshqariluvchi g'ildirakka ega bo'lgan traktorning burilish kinematikasini ko'rib chiqamiz.

Faraz qilaylik, traktorning burilish radiusi o'zgarmas bo'lib, u barqaror tezlikka ega, shinalari esa yonaki elastiklikka ega emas. Bunday mashinalarning burilish markazi tayanch sirti tezlik vektorlariga o'tkazilgan normallarning kesishgan nuqtasida bo'ladi. Bu nuqtani burilish markazi deb ataladi. Burilish markazidan orqa ko'prik markazigacha bo'lgan masofa OO_2 ni burilish radiusi deyiladi. U $R=Lctg\alpha$ ga teng, bu yerda: L — traktorning bo'ylama bazasi; α — oldingi g'ildirakni burilishda to'g'ri chiziqli harakat holatiga nisbatan chetga chiqish burchagi.

Mashinaning minimal burilish radiusi R_{min} uning bazasi L ga va g'ildirakning burilish burchagi $\alpha_{max} = 35-45^\circ$ ga bog'liq:

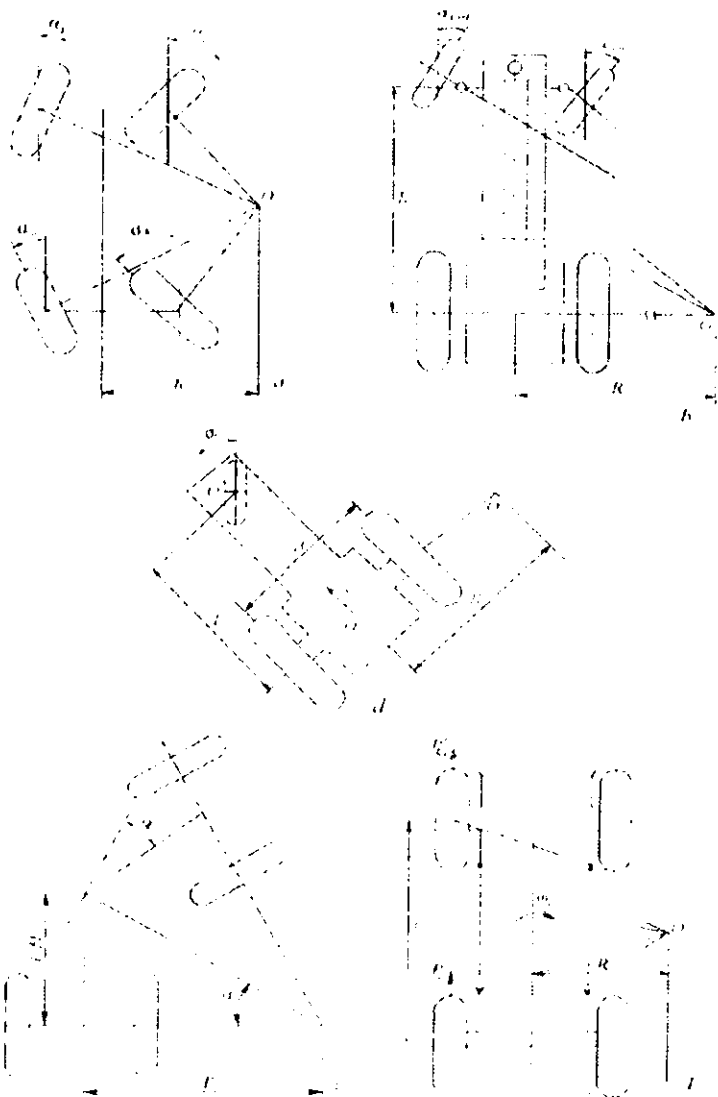
$$R_{min} = 0,5L \cdot ctg \alpha_{max}$$

Oldingi ikki g'ildiragi boshqariluvchan bo'lgan mashinalarning burilish kinematikasini soddalashtirish maqsadida boshqariluvchi g'ildirakning o'rtacha burilish burchagi aniqlanadi:

$$\alpha = (\alpha_{ich} + \alpha_{tash}) / 2$$

To'g'ri chiziqli harakatdan, barqaror radiusli egri chiziqli harakatga o'tishda egrilik radiusi $R = \infty$ dan $R = const$ gacha o'zgaradi. Xuddi shunday egri chiziqli harakatdan to'g'ri chiziqli harakatga o'tishda $R = const$ dan $R = \infty$ gacha o'zgaradi.

Oraliq uchastkasining uzunligi mashinaning konstruktiv ko'rsatkichlariga, bazasiga, rul yuritmasining tuzilishiga, ishlatish omillariga, burilishdagi harakat tezligiga hamda burilishning keskinlik darajasiga



26.1-rasm. Traktor burilishining asosiy kinematik sxemalari:

a — oldingi va orqa g'ildiraklari turli tomonga buriladi; *b* — barcha g'ildiraklari bir tomonga buriladi; *d* — bir boshqariluvchi g'ildirakka ega bo'lgan traktorning burilish sxemasi; *e* — sirtuvchan ramali burilish sxemasi; *f* — 4K4 g'ildirak formulasiga ega bo'lgan traktorning burilish sxemasi

bog'liq. Mashinaning tezligi qanchalik katta bo'lsa, burilish shunchalik silliq bo'lib, oraliq uchastkaning uzunligi shunchalik katta bo'ladi.

2-§. Oldingi g'ildiragi boshqaruvchi bo'lgan mashinalarning burilish dinamikasi

Umumiy holda bir boshqaruvchi g'ildirakka ega bo'lgan mashinaga quyidagi kuchlar ta'sir ko'rsatadi (26.2-rasm): burilish burchagi bo'yicha ta'sir ko'rsatuvchi boshqaruvchi g'ildirakdagi dumalashga qarshilik kuchi; burilish paytida burilish markazi O ga nisbatan ma'lum burchak tezlikda harakatlanayotgan traktor asosiga ta'sir ko'rsatuvchi inersion markazdan qochma kuch, bu kuch traktorning og'irlik markaziga qo'yilgan bo'ladi. Burilishda ishtirok etuvchi ichki va tashqi g'ildiraklarga ta'sir ko'rsatuvchi urinma tortish kuchlari R_{k1} va R_{k2} , O_2 nuqtaga nisbatan burilishga qarshilik qiluvchi moment

$$M_{bq} = P_{f0}L \sin \alpha + P_m a \cos \gamma_m + (P_{k2} - P_{k1}) \cdot 0,5B$$

Boshqaruvchi g'ildirakka traktorning asosi orqali ta'sir ko'rsatuvchi momentlar yig'indisini M_{nat} bilan belgilab, uni L_{cwo} masofada dumalash o'qi markaziga qo'yilgan, shartli qabul qilingan, burilishga qarshilik kuchi Z_o ning momenti sifatida ifodalaymiz:

$$M_{nat} = Z_o L \cos \alpha$$

Bunda burilishga qarshilik momenti:

$$M_{bq} = M_{nat} + P_{f0}L \sin \alpha$$

Traktorning burilish jarayonida yo'lning yonlama qarshiligidan, boshqaruvchi g'ildirakning neytral holatga nisbatan burchak ostida o'rnatilganda buruvchi R_o kuchi hosil bo'ladi, Bu kuch boshqaruvchi g'ildirakning aylanish markaziga qo'yilgan bo'lib, uning ta'sir chizig'i traktorning burilish markazidan o'tadi. Bu kuchning O_2 nuqtaga nisbatan buruvchi momenti: $M_b = P_o L \cos \alpha$.

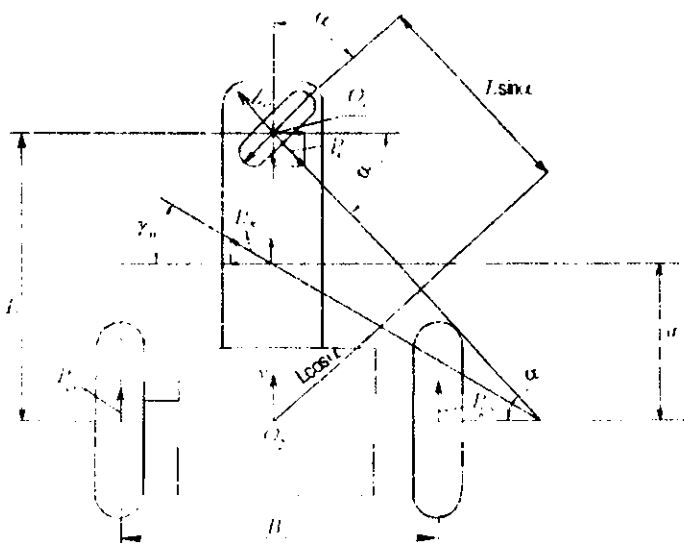
Burilishda $M_b = M_{bq}$ bo'ladi, ya'ni:

$$P_o L \cos \alpha = M_{nat} + P_{f0}L \sin \alpha$$

Bundan:

$$P_o = M_{nat} / L \cos \alpha + P_{f0} \operatorname{tg} \alpha$$

Buruvchi kuchning $R_o \sin \alpha$ bo'yama tashkil etuvchisi oldingi o'q sharniriga qo'yilgan bo'lib, harakat yo'nalishiga teskari yo'nalgan



26.2-rasm. Bir boshqariluvchi g'ildirakka ega bo'lgan traktorning burilish kinematikasi va dinamikasi

bo'ladi. Burilishdagi dumalashga qarshilik xuddi shu sharoitdagi to'g'ri chiziqli harakat qarshiligidan ancha katta bo'ladi.

Traktorning burilishga qarshilik momentiga tashqi omillardan tashqari, g'ildiraklar oralig'idagi differensialning ishi ham ta'sir ko'rsatadi. Agar traktorda g'ildiraklararo differensial bo'lmasa yoki u blokirovka qilingan bo'lsa, ishqalanish kuchlaridan va yetaklovchi g'ildirakka tushuvchi tuproqning boshqa reaksiyalaridan hosil bo'lgan burilishga qarshilik ancha katta bo'ladi. Bu esa o'z navbatida traktorni burish uchun zarur bo'lgan buruvchi kuchning oshishiga, uni boshqarishning qiyinlashishiga, oldingi g'ildiraklar va rul mexanizmining katta yuklama bilan ishlashiga olib keladi.

Differensial ishlaganda, burilish jarayonida har bir g'ildirak o'zining erkin trayektoriyasiga ega bo'ladi. Shu sababli ko'rsatib o'tilgan kuchlardan hosil bo'lgan burilishga qarshilik differensialni blokirovka qilingan holdagiga qaraganda ancha kichik bo'ladi.

Buruvchi kuchning chegaraviy qiymati tuproqning xususiyatiga va shina sirtining tishlashuvchanlik xususiyatlariga bog'liq:

$$P_{\text{onmax}} = \varphi_{\text{sh}} Y_u$$

Shunday qilib, quyidagi shart bajarilsa, burishni amalga oshirish mumkin:

$$\varphi_{ush} Y_n > M_{nat} / L \cdot \cos \alpha + P_f \cdot g \alpha$$

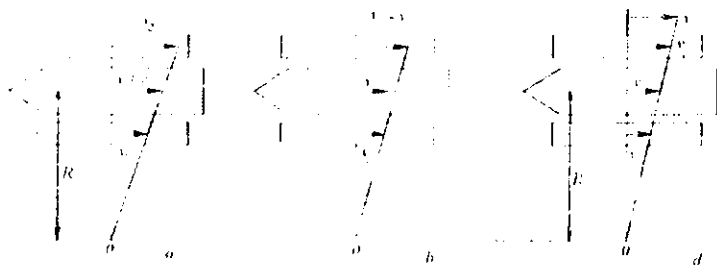
Quruq va qattiq yo'lda yuqorida keltirilgan boshqaruvchanlik shartini bajarish mukammal darajada ta'minlanadi. Sirpanchiq yo'llarda, g'ovak tuproqlarda esa bu shart ko'p hollarda bajarilmay qoladi. Traktorning boshqaruvchanligi u katta tortish kuchi va osma uskumalar bilan ishlaganda oldingi g'ildiraklardagi yuklama va shu sababga ko'ra tuproq bilan tishlashish kuchi kamayishi natijasida yomonlashadi. Shuni hisobga olish kerakki, uch g'ildirakli traktorlarning boshqaruvchanligi, g'ildiraklarining tuproq bilan yonlama tishlashish kuchi bir boshqaruvchi g'ildirakka ega bo'lgan traktorga nisbatan g'ildirak oraliqlari keng qilib o'rnatilgan ikki boshqaruvchi g'ildirakli traktorning tishlashish kuchidan kichik bo'ladi.

3-§. O'ramlovchi zanjirli traktorlarning burilishi

Burilish kinematikasi (26.3-rasm). Hozirgi zamon zanjirli traktorlari burilish mexanizmi bilan jihozlangan, bu mexanizmining ishlashi zanjir o'ramining o'tish tezligini rostdashga asoslangan. Kichik tezlik bilan harakat qiluvchi zanjir o'ramini orqada qoluvchi, katta tezlikka ega bo'lgan zanjir o'ramini esa oldinlovchi deb ataymiz. Traktor tayanch sirtida, burilish markazi deb ataluvchi nuqta atrofida buriladi. Zanjirli traktorning burilishi burilish burchak tezligi va burilish radiusi bilan tavsiflanadi. Zanjir o'ramining harakatini ikki harakatga: O_1 va O_2 qutblar atrofida traktorning burilish burchak tezligiga teng bo'lgan, burchak tezlikdagi aylanma va v_1 , v_2 tezlikdagi to'g'ri chiziqli ilgarilanma harakatga ajratish mumkin.

Zanjirli traktorning burilish mexanizmlari ikki sinfga bo'linadi. Birinchi sinfdagi burish mexanizmi quvvatni yetaklovchi g'ildiraklarga bir oqimda uzatib beradi, ikkinchi sinfdagilari esa aralash mexanizmlarga tegishli bo'lib, ular quvvatni ikki parallel oqimda uzatadi.

Burish mexanizmlari, tuzilishiga qarab friksion va planetar-friksion mexanizmlar turlarga bo'linadi. Friksion burilish mexanizmidagi quvvat yetaklovchi g'ildiraklarga friksion muftalar orqali uzatiladi. Planetar-friksion mexanizmlar, oddiy va ikkilangan differensialli, bir va ikki bosqichli planetar hamda aralash burish mexanizmlaridir. iborat bo'lishi mumkin. Kinematik belgilari bo'yicha zanjirli mashinalarning burish mexanizmlarini uch turga bo'lish mumkin:



26.3-rasm. Zanjirli traktorning burilish kinematikasi

1. Differensialli mexanizm qo'llanilganda traktorning burilish jarayonidagi o'rtacha tezligi $v^1 = 0,5(v_1 + v_2)$ burilishdan oldin qanday bo'lsa, burilishda ham shundayligicha qoladi, bunda motor valining aylanish chastotasi va zanjirning sirpanishi ikki holda ham bir xil deb qabul qilamiz (26.4-rasm, a).

2. Burilish mexanizmlarida burilish muftalari yoki bir bosqichli planetar uzatmalar qo'llanilganda, oldinlovchi yarim o'q, yetaklovchi val burilishdan oldin qanday kinematik bog'lanishda bo'lgan bo'lsa, burilish jarayonida ham shunday kinematik bog'lanishda bo'ladi, ya'ni $v_2 = v$ (26.4-rasm, b).

3. Aralash tuzilmaga ega bo'lgan burilish mexanizmlarida, ikkala zanjirning ham ilgari lanma harakat tezligi burilish paytida kamayib, burilishgacha bo'lgan chiziqli tezlik vektorlari oldinlovchi zanjir o'ramasidan tashqarida joylashgan bo'ladi (26.4-rasm, d).

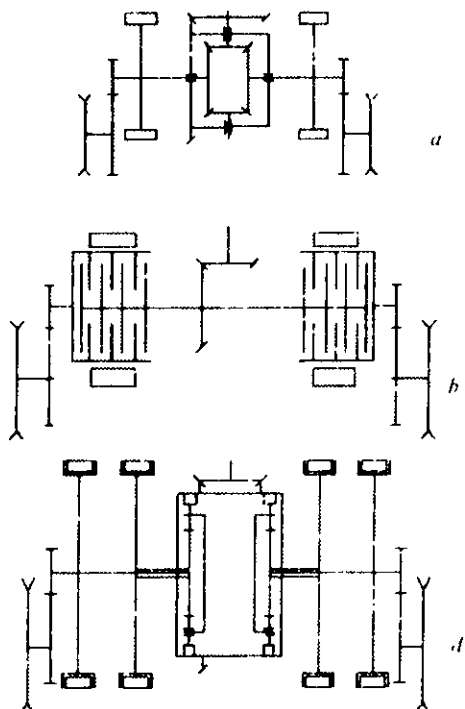
Agar, harakat davomida zanjir sirpanmasa, uning ilgari lanma harakat tezliklari quyidagi ifodalar bilan aniqlanadi:

$$v_2 = \omega_b (R + 0,5B) \quad v_1 = \omega_b (R - 0,5B)$$

Traktorning burilish radiusi va yetaklovchi yarim o'qlarning n_2 (tezanuvchan) va n_1 (sekinlanuvchan) aylanishlar chastotasi o'rtasidagi bog'lanishni aniqlaymiz. Sirpanish bo'lmaganda traktorning ilgari lanma harakat tezligi tegishli o'qlarning aylanish chastotasiga proporsional ekanligi hisobga olib,

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{R + 0,5B}{R - 0,5B},$$

bundan nisbiy burilish radiusi



26.4-rasm. Kinematik belgilari bo'yicha zanjirli mashinalarning yurish mexanizmlari turlari:

a — differensialli mexanizm; *b* — burish muftali mexanizm;
d — aralash tuzilishga ega bo'lgan mexanizm

$$R = \frac{0,5B(v_2 + v_1)}{v_2 - v_1} = \frac{0,5B(n_1 + n_2)}{n_2 - n_1}$$

26.4-rasm, *a* da traktorning yetaklovchi yarim o'qlariga o'rnatilgan oddiy differensialli burilish mexanizmining sxemasi ifodalangan. Differensial yarim o'qlardagi tormozlar bilan birgalikda burish mexanizmi vazifasini bajaradi.

To'g'ri chiziqli harakat paytida ikkala tormoz ham bo'shatilgan bo'lishi kerak. Agar ikki tomondagi qarshilik bir xil bo'lsa, satellitlar o'z o'qi atrofida aylanmaydi va traktorning ikkala yarim o'qi bir xil chastotada aylanadi, ya'ni $n_2 = n_1 = n_{dl}$, bunda n_{dl} — differensial qutisining aylanish chastotasi.

Traktorning burilishi sekinlanuvchi yarim o'qni tormozlash natijasida sodir bo'ladi. Bunda satellit o'z o'qi atrofida aylana boshlaydi, natijada sekinlanuvchi yarim o'qning aylanish chastotasi kamayadi, oldinlovchi yarim o'qning aylanish chastotasi esa shunchaga ortadi. Shunday qilib ikkala yarim o'q aylanishlar chastotasining yarim yig'indisi differensial qutisining aylanishlar chastotasiga teng bo'ladi. Yuqoridagilarni hisobga olganda, oddiy differensialli burilish mexanizmining burilish radiusi:

$$\rho = \frac{R}{B} = \frac{0,5(n_1 + n_2)}{n_2 - n_1}$$

Sekinlanuvchi yarim o'q aylanishlar chastotasining eng katta qiymati to'g'ri chizikli harakatda $n_1 = n_2$ dan, eng kichik qiymati yarim o'q to'liq to'xtaguncha tormozlanganda $n_1 = 0$ gacha o'zgaradi.

Shunday qilib, oddiy differensialli burilish mexanizmi yordamida istalgan radiusli ($R_{\max} = \infty$ to'g'ri chizikli harakatni, $R_{\min} = B \cdot n_{\text{diff}} / n_2$ — traktor minimal burilish radiusi bilan) burilishni amalga oshirish mumkin. Agar $n_1 = 0$ bo'lsa, oldinlovchi yarim o'qning aylanish chastotasi $n_2 = 2n_{\text{diff}}$ ga teng bo'ladi, bunda $R_{\min} = 0,5B$.

O'rmalovchi zanjirli traktorlarda ikkinchi guruh burilish mexanizmlari keng miqyosda qo'llaniladi. Tormozli friksion muftali burilish mexanizmi kinematikasi bilan tanishamiz.

Traktor to'g'ri chizikli harakatlenganda burilish muftasi ulangan bo'lib, tormozlar esa bo'shatilgan bo'lishi kerak. Agar mufta sirpanmasa, ikkala zanjir ham bir xil tezlikda harakatlanadi. Burilishda orqa ko'prikkali sekinlanuvchi zanjirni tutashtruvchi mufta qisman yoki to'liq uziladi. Ayrim hollarda esa, traktorni burilish uchun sekinlanuvchi zanjirni tormozlash ham talab etiladi.

Faraz qilaylik, motor valining aylanishlar chastotasi to'g'ri chizikli harakatdan burilishga o'tganda o'zgarmasin, unda oldinlovchi zanjirning aylanish chastotasi $n_2 = \text{const}$, sekinlovchi zanjirning aylanish chastotasi kamayib to'g'ri chizikli harakatda $n_1 = n_2$ dan, burilishda $n_1 = 0$ gacha o'zgaradi. n_1 ning kamayishi bilan burilish radiusi ham kamayib boradi va $n_1 = 0$ bo'lganda $R_{\min} = 0,5B$ bo'ladi. Muftali traktorlar uchun burilishdagi o'rtacha ilgari lanma tezlik:

$$v^1 = vR / (R + 0,5B)$$

Agar $R = R_{\min}$ bo'lsa, $v_{\min}^1 = 0,5v$ bo'ladi.

Planetar burish mexanizmlardan bir bosqichli mexanizmi ko'rib chiqamiz. Mexanizm toj, quyosh shesternalaridan va satellitlardan iborat. Toj shesternasi qutiga o'rnatilgan bo'lib, traktor transmisiyasidan harakatlanadi, quyosh shesternasi esa planetar mexanizmning tormozlari, satellit o'qlari va vodilo orqali orqa ko'priknining yarim o'qlari bilan birlashtirilgan. To'g'ri chiziqli harakatda traktorning yarim o'q tormozlari bo'shatilgan bo'lib, planetar mexanizmi tormozlari tortilgan bo'lishi kerak. Bunda planetar mexanizm pasaytiruvchi reduktor vazifasini bajaradi, uning uzatmalar soni:

$$i_{pt} = (Z_k + Z_l) / Z_k .$$

bu yerda: Z_k va Z_l — mos ravishda toj va quyosh shesternalarining tishlari soni.

Traktorni burish uchun planetar mexanizmi tormozini qisman yoki batamom sekinlovchi zanjirdan bo'shatish lozim, ayrim hollarda kerakli yarim o'qning tormozi tortib qo'yilishi ham mumkin.

Kinematikasi bo'yicha bunday mexanizmning ishlashi, mufta va tormozli burish mexanizmining ishlashi bilan bir xil.

Aralash burilish mexanizmidan qurilish va melorativ ishlarni bajarishda qo'llaniladigan traktorlarda foydalanish mumkin.

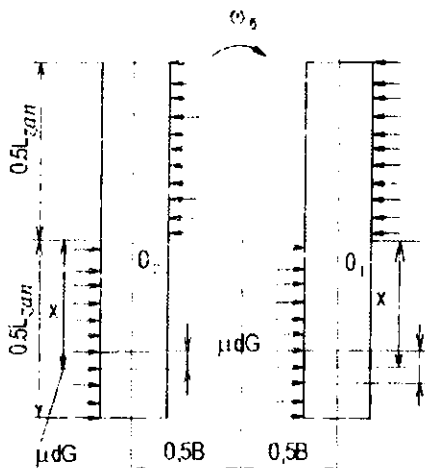
Burilish jarayonida oldinlovchi zanjir doimo shataksiraydi, sekinlanuvchi zanjir burovchi momentni uzatishda ishtirok etsa, shataksirashi yoki u tormozlangan bo'lsa, sirpanishi mumkin. Shataksirash hisobga olinsa traktorning burilish radiusi:

$$R' = 0,5B \frac{v_2' + v_1'}{v_2' - v_1'} = 0,5B \frac{v_2(1 - \delta'') + v_1(1 - \delta')}{v_2(1 - \delta'') - v_1(1 - \delta')}$$

bu yerda: δ'' va δ' — oldinlovchi va sekinlovchi zanjirlarning shataksirash koeffitsientlari.

4-§. Burilish dinamikasi. Burilishga qarshilik momenti

Zanjir o'ramalari O_1 va O_2 qutblar atrofida aylaganda zanjir va yo'l sirti orasida ishqalanish kuchi va burilishga qarshilik qiluvchi yonlama reaksiya kuchlari hosil bo'ladi. Burilishga qarshilik momenti quyidagicha hisoblanadi. Ikki zanjir o'ramalarining har biridan cheksiz kichik uzunlikka ega bo'lgan O_1 va O_2 chiziqdan x masofada joylashgan dx masofani ajratib olamiz (26.5-rasm). Bu uchastkalarining har biridan tayanch sirtiga uzatiladigan normal yuklama:



26.5-rasm. Zanjirli traktorning burilish kinematikasi va dinamikasi

$$dG = 0,5Gdx / L_{zan},$$

bu yerda: $0,5G$ — har bir zanjir o'ramasiga tushuvchi traktorning og'irlik kuchi; L_{zan} — zanjir tayanch tarmog'ining uzunligi.

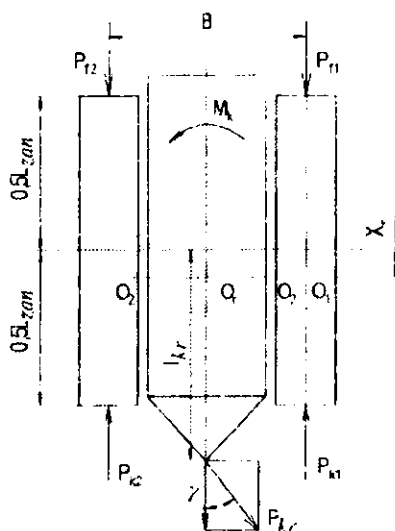
Faraz qilaylik, traktorning og'irligi ikkala zanjirga ham teng taqsimlansin. Zanjirning ajratilgan har bir qismiga ta'sir etuvchi burilishga qarshilik qiluvchi elementlar kuchini μdG ga teng deb qabul qilamiz, bu yerda: μ — zanjirning burilishiga qarshilik qiluvchi yo'lning barcha yonaki qarshiliklarini hisobga oluvchi, keltirilgan koeffitsient. Tuproqning reaksiyasini zanjirning barcha tayanch uzunligi bo'yicha bir xil deb qabul qilamiz. Har bir elementar kuch, x yelkada burilishga qarshilik qiluvchi moment hosil qiladi. Unda burilishga qarshilik qiluvchi umumiy moment:

$$M_q = 4 \int_0^{0,5L} \frac{0,5\mu Gx}{L_{zan}} dx = 0,25\mu GL_{zan}$$

Taxminiy hisoblarda, turli burilish radiuslarida burilishga qarshilik koeffitsienti:

$$\mu = \mu_{max} (a + (1-a) \cdot (\rho + 0.5)) ,$$

bu yerda: μ_{max} — burilishga qarshilik koeffitsientining shu tuproq sharoitidagi eng katta qiymati, qattiq yo'llar uchun $\mu_{max} = 0,7-1,0$; tuproq sharoitiga bog'liq holda $a = 0,75-0,9$.



26.6-rasm. Tirkamali zanjirli traktorning burilish kinematikasi va dinamikasi

Tirkamali zanjirli traktorning burilishini ko'rib chiqamiz (26.6-rasm). Bu holda traktorga ta'sir etuvchi qo'shimcha qarshilik, P_{kr} tortuvchi qismga ta'sir qiluvchi, tortishga qarshilik kuchidir. Tortishga qarshilik kuchi P_{kr} traktorning bo'ylama o'qiga qo'yilgan bo'lib, uning qiymati burilish radiusiga bog'liq emas. Egri chiziqli harakatda tortishga qarshilik kuchi bu o'qqa nisbatan γ burchak ostida yo'nalgan.

P_{kr} kuchini ikki tashkil etuvchiga ajratamiz, ular bo'ylama $P_{kr} \cos \gamma$ va ko'ndalang $P_{kr} \sin \gamma$ tashkil etuvchilardan iborat. $P_{kr} \cos \gamma$ tashkil etuvchisi ta'sirida traktorning bosim markazi tayanch sirtidan orqaga, x masofaga siljiydi. $P_{kr} \sin \gamma$ tashkil etuvchisi ta'sirida esa tuproqning yonaki reaksiyasi hosil bo'ladi. Burilish markazining surilishi natijasida M_q momentining qiymati ham o'zgaradi. Uning o'zgarishi to'g'rilovchi koeffitsient K ni kiritish bilan hisobga olinadi:

$$M_q = 0,25K \cdot \mu \cdot G \cdot L_{zoni}$$

Burilishga qarshilikning natijaviy momenti M_{nat} , M_q va $P_{kr} \sin \gamma$ kuchi momentining yig'indisiga teng:

$$M_{nat} = 0,25K \cdot \mu \cdot G \cdot L_{zoni} + P_{kr} \sin \gamma \cdot (l_{kr} - r_b)$$

bu yerda: l_{kr} — tirikash nuqtasidan zanjirning tayanch uzunligi o'rtasigacha bo'lgan bo'ylama masofa. K koeffitsientining va x_n masofaning qiymatlarini aniqlash ancha murakkab, shuning uchun ham ularni taxminiy hisoblarda $K = 1$ va $x_n = 0$ deb qabul qilamiz. u holda.

$$M_{nat} = 0.25\mu \cdot G \cdot L_{zain} + P_{kr} \cdot \sin \gamma \cdot l_{kr}$$

5-§. Buruvchi moment

Burishga qarshilik momentini yengish uchun, uni yengishga yetarli bo'lgan buruvchi moment hosil qilish lozim, bunday momentni oldinlovchi va sekinlanuvchi zanjirdagi tortish kuchlarining farqi hisobiga hosil qilish mumkin.

Oldinlovchi zanjirdagi urinma tortish kuchini P_{k2} , sekinlashuvchi zanjirdagini esa P_{k1} bilan belgilaymiz. Burilish paytida ularning qiymati turlicha, ayrim hollarda esa ularning ishorasi ham turlicha bo'lishi mumkin. Traktorning dumalashga qarshiligi, burilishda to'g'ri chizikli harakatdagiga qaraganda kattaroq bo'ladi, hatto u oldinlovchi va sekinlashuvchi zanjirlarda ham turlicha bo'lishi mumkin. Bu kuchlardan tashqari traktorga burishga qarshilik momenti va tortuvchi qismidagi tortishga qarshilik kuchi ham ta'sir ko'rsatadi, O_1 va O_2 qutblarga nisbatan traktorning muvozanat tenglamalarini tuzamiz:

$$P_{k2}B = P_{j2}B + M_b + P_{kr} \cos \gamma 0,5B + P_{kr} \sin \gamma (l_{kr} - x_n);$$

$$P_{k1}B = P_{j1}B - M_b + P_{kr} \cos \gamma 0,5B - P_{kr} \sin \gamma (l_{kr} - x_n).$$

Tenglamalarni hadma-had ayirib quyidagilarni hosil qilamiz:

$$(P_{k2} - P_{k1}) \cdot B + (P_{j1} - P_{j2}) \cdot B = 2M_{nat}.$$

Natijaviy M_{nat} moment (burishga qarshilik momenti) ni yengishga quyidagi buruvchi moment talab etiladi:

$$M_n = 0.5 \cdot (P_{k2} - P_{k1}) \cdot B + (P_{j1} - P_{j2}) \cdot B.$$

$P_{k2} - P_{k1}$ ayirma rostlanadigan qiymat bo'lib, u burish mexanizmi ta'sirida sodir bo'ladi. $P_{j1} - P_{j2}$ ayirma esa mustaqil holda sodir bo'lib, burilish sharoitiga bog'liq bo'ladi. $P_{j1} - P_{j2}$ ayirma musbat bo'lsa, traktorning buruvchi momenti ortadi. Bu ayirmaning ta'siri keskin burilishda, past uzatmada, tortish qarshiligi P_{kr} ning yonlama tashkil etuvchisi $P_{kr} \sin \gamma$ ta'sirida ortadi.

Burilishda oldinlovchi zanjirga, sekinlanuvchi zanjirga qaraganda ko'proq og'irlik kuchi tushadi, chunki oldinlovchi va sekinlashuvchi zanjirlarning burilish radiuslari turlichadir.

Ishlatish sharoitida esa $P_{f1} = P_k$ ayirimaning qiymati uncha katta emas, shuning uchun:

$$P_{f1} = P_k - 0,5f_b G,$$

bu yerda: f_b -- traktorni burilishdagi dumalashga qarshilik koef-fitsienti.

Burilishdagi dumalashga qarshilikni hisobga olmasak, buruvchi mo-ment: $M_b = 0,5B(P_{k2} - P_{k1})$.

Traktorni burilishdagi dumalashga qarshilik momentini aniqlash uchun quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$f_b = f \left(1 + \frac{15}{15 + \rho} \right),$$

bu yerda: f — ishlatish sharoitiga to'g'ri keluvchi, traktorning to'g'ri chiziqli harakatidagi dumalashga qarshilik koeflitsienti; ρ — nisbiy burilish radiusi.

Burilish paytidagi dumalashga qarshilik, to'g'ri chiziqli haraka-tidagiga qaraganda quyidagi sabablarga ko'ra kattaroq bo'ladi:

1. Burilish paytida traktorning tayanch g'altaklari zanjirning yo'nal-tiruvchi yo'laklariga yoki zanjirning bo'rtmalariga siqiladi.

2. Traktor g'ovak tuproqda ishlaganda, burilish paytida zanjir bilan sidirilgan tuproq, zanjirning yo'laklariga to'kilib, tayanch g'altaklarining dumalashini qiyinlashtiradi.

3. G'ovak tuproqda, keskin burilishda zanjirning old qismiga tushuvchi qarshilikning oshishi hisobiga, nisbatan chuqurroq bo'lgan zanjir izi hosil bo'ladi.

Burilishda har bir zanjir o'ramiga ta'sir etuvchi urinma tortish kuchining qiymatini aniqlaymiz. Buning uchun yuqorida keltirilgan tenglamalarni koleyga kengligi B ga bo'lamiz:

$$P_{k2} = P_{f2} + 0,5P_{kr} \cos \gamma + \frac{M_{b,k} + P_{kr} \sin \gamma (P_{kr} - x_b)}{B} = 0,5P_{k,b} + \frac{M_{nat}}{B};$$

$$P_{k1} = P_{f2} + 0,5P_{kr} \cos \gamma - \frac{M_{b,k} + P_{kr} \sin \gamma (P_{kr} - x_b)}{B} = 0,5P_{k,b} - \frac{M_{nat}}{B}.$$

bu yerda: $P_{k,b}$ — traktorning burilishda, uning tortuvchi qismi yuklama bilan ishlaganda hosil bo'ladigan umumiy urinma tortish kuchi.

6-§. Burilish mexanizmi turlarining burilish dinamikasiga ta'siri

Oddiy differensialga beriladigan buruvchi moment, yarim o'qlarga undagi qarshiliklar bo'yicha proporsional taqsimlanadi. Oldinlovchi yarim o'qda bu moment, urinma tortish kuchi P_{k_2} ning momenti, sekinlanuvchi yarim o'qda esa tormoz ishqalanish kuchining momenti M_{rt} va urinma tortish kuchi P_{k_1} ning momenti bilan muvozanatlanadi. Bularga asosan burilishdagi urinma tortish kuchining qiymatlari:

$$P_{k_2} = 0,5M_{dif} / r_k; \quad P_{k_1} = (0,5M_{dif} - M_{rt}) / r_k$$

Zanjir o'ramasidagi urinma tortish kuchlarining tengsizligidan buruvchi moment hosil bo'ladi. uning qiymati

$$M_b = 0,5(P_{k_2} - P_{k_1}) \cdot B = 0,5B(0,5M_{dif} - (0,5M_{dif} - M_{rt})) / r_k = 0,5B \cdot M_{rt} / r_k$$

Shunday qilib, oddiy differensialli burilish mexanizmi bilan hosil qilingan buruvchi moment, tormoz momentiga to'g'ri proporsional bo'lib, uning qiymati sekinlanuvchi yarim o'qning tormozlanish me'yoriga bog'liq.

Ikkilanma differensialli burilish mexanizmi oddiy differensialli burilish mexanizmi kabi, to'g'ri chiziqli harakatda buruvchi momentni zanjir o'ramalariga taqsimlab beradi. Barqaror burilishda buruvchi moment:

$$M_b = 0,5B \cdot M_{rt} i_{dif} / r_k$$

Shunday qilib, ikkilangan differensial bilan hosil qilingan buruvchi moment tormozlanish darajasiga, ya'ni M_{rt} ga bog'liq. Hosil bo'lgan buruvchi moment oddiy differensialga qaraganda i_{dif} marta katta bo'ladi. Differensialli burilish mexanizmlari traktorning to'g'ri chiziqli harakat yo'nalishining barqarorligini ta'minlay olmaydi. Agar tortishga qarshilik kuchining ta'sir chizig'i traktorning bo'ylama simmetriya o'qiga to'g'ri kelmasa, o'ng va chap zanjir o'ramalarining tuproq bilan tishlashuvchanligi bir xil bo'lmasligi va boshqa sabablar unga ta'sir ko'rsatadi va buning natijasida traktor osongina berilgan yo'nalishdan

chetga chiqadi. Shuning uchun ham differensialli burish mexanizmlari zanjirli traktorlarda qo'llanilmaydi. Burish muftalari traktorning to'g'ri chiziqli harakatidagi qo'yilgan qarshiliklarga qarab yetaklovchi momentni proporsional taqsimlab beradi. Barqaror burilishda, yetaklovchi momentning zanjirlarga taqsimlanishi sekinlanuvchi zanjir o'ramasini tormozlab yoki tormozlamasdan burilishiga bog'liq.

Tormozlab burilganda yetaklovchi ko'prikkaga berilgan M_{vetb} momenti zanjir o'ramalariga quyidagicha taqsimlanadi:

$$M_{vetb} - M_m = M_{r1} + M_{vetb} - M_m$$

bu yerda: M_m -- sekinlanuvchi zanjir tomoniga o'rnatilgan muftaning ishqalanish momenti.

Buruvchi moment muftaning ishqalanish momentini o'zgartirish hisobiga rostanadi, ya'ni:

$$M_b = 0,5B \left(\frac{M_{vetb} - M_m}{r_k} - \frac{M_m}{r_k} \right) = 0,5B \left(\frac{M_{vetb} - 2M_m}{r_k} \right)$$

Sekinlanuvchi zanjir o'ramasining muftasi to'liq uzib qo'yilganda $M_m = 0$, bunda buruvchi moment:

$$M_b = 0,5BM_{vetb} / r_k$$

Burilish mufta uzilgan holda va sekinlanuvchi zanjirni tormozlab amalga oshirilsa, M_{vetb} momenti to'liqligicha oldinlovchi zanjirga uzatiladi, sekinlashuvchi zanjirda esa, tormozning ishqalanish momentiga teng bo'lgan manfiy moment hosil bo'ladi. Bunda buruvchi moment:

$$M_b = 0,5B(M_{vetb} + M_m) / r_k$$

Bir pog'onali planetar burish mexanizmlarning dinamikasi muftali va tormozli burish mexanizmlariniki bilan bir xil bo'ladi.

Nazorat savollari

1. G'ildirakli mashinalar buriluvchani baholash uchun qanday ko'rsatkichlardan foydalaniladi?
2. Traktor burilishining asosiy kinematik sxemalarini tushintirib bering.
3. O'ramlovchi zanjirli traktorlar qanday buriladi?
4. Zanjirli traktorning burilish kinematikasini tushintirib bering.
5. Burilishga qarshilik momenti qanday hisoblanadi?
6. Tirkama zanjirli traktorning burilishiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
7. Ikkilanma differensialli burish mexanizmi burish muftalaridan nima bilan farqlanadi?