UDK: 629.3:621.86:625.03

GUSENITSALI MASHINALARNING SANOATDAGI O'RNI VA AHAMIYATI

Abdumannonova Ozodaxon Jahongir qizi
Rishton tuman 2 - son texnikum katta o'qituvchisi
https://doi.org/10.5281/zenodo.22937741

Annotatsiya. Tezisda gusenitsali mashinalarning zamonaviy sanoatdagi funksional o'rni, ularning konchilik, qurilish, neft-gaz, o'rmon va qishloq xo'jaligi kabi murakkab ish sharoitlaridagi ahamiyati tahlil qilinadi. Gusenitsali yurish tizimining asosiy ustunliklari - yuqori tortish kuchi, yerga tushadigan solishtirma bosimning nisbatan pastligi, yumshoq va notekis gruntlarda o'tuvchanlik, og'ir ish jihozlari bilan barqaror ishlash qobiliyati - terramexanika va mashina-grunt o'zaro ta'siri nuqtai nazaridan yoritiladi. Shu bilan birga, yurish qismining yeyilishi, past transport tezligi, energiya sarfi va servis xarajatlari kabi cheklovlar ham ko'rib chiqiladi. Xalqaro standartlar va zamonaviy ilmiy adabiyotlar asosida sanoat gusenitsali mashinalariga qo'yiladigan unumdorlik, ishonchlilik, xavfsizlik, ergonomika, energiya samaradorligi, ekologik va raqamli diagnostika talablari tizimlashtiriladi.

Kalit so'zlar: gusenitsali mashina, sanoat texnikasi, terramexanika, tortish kuchi, grunt bosimi, o'tuvchanlik, qurilish mashinalari, konchilik texnikasi, xavfsizlik, energiya samaradorligi.

KIRISH

Sanoat ishlab chiqarishining ko'plab tarmoqlarida ish jarayoni tayyor yo'l qoplamasida emas, balki yumshoq grunt, qum, loy, qor, toshloq maydon, qiya relyef yoki qazilgan jinslar ustida amalga oshiriladi. Bunday sharoitda mashinaning faqat dvigatel quvvati emas, balki ushbu quvvatni tayanch yuzaga samarali uzata olishi hal qiluvchi omil hisoblanadi. Gusenitsali yurish tizimi tayanch maydonini kattalashtirib, gruntga tushadigan bosimni pasaytiradi va ilashish kuchini katta yuzada hosil qiladi. Shu sababli gusenitsali ekskavatorlar, buldozerlar, traktorlar, quvur yotqizgichlar, burg'ilash platformalari va maxsus transport vositalari konchilik hamda qurilish sanoatining asosiy texnologik vositalaridan biri bo'lib qolmoqda (1.2.3).

Terramexanika nazariyasida mashina va grunt o'zaro ta'siri bosim-cho'kish, siljish-kesilish va tortish kuchining hosil bo'lish qonuniyatlari orqali izohlanadi. Bekker va keyinchalik Wong tomonidan rivojlantirilgan yondashuvlar gusenitsali tizimning o'tuvchanlik xususiyatlari faqat massa bilan emas, balki gusenitsa eni, tayanch uzunligi, gruntning namligi, zichligi, ichki ishqalanish burchagi va deformatsiya xususiyatlari bilan bog'liqligini ko'rsatadi (1.2.3). Zamonaviy tadqiqotlarda bu masalalar ko'p jismli modellashtirish, FEM/DEM usullari va real vaqtli terramexanika modellari bilan to'ldirilmoqda (5.6).

Gusenitsali mashinalarning sanoatdagi ahamiyati faqat murakkab joydan o'tish qobiliyatida emas. Ular katta tortish kuchini past tezlikda hosil qila olishi, og'ir ish jihozlarini barqaror ushlab turishi, qazish yoki surish jarayonida tayanch reaksiyalarini keng maydonga taqsimlashi sababli yuqori mahsuldor texnologik operatsiyalarni bajaradi. Konlarda buldozerlarning ag'darma shakllantirishi, ekskavatorlarning zaboyda ishlashi, qurilishda yer tekislash va poydevor tayyorlash, neft-gaz tarmog'ida quvur yotqizish kabi jarayonlar ko'pincha gusenitsali shassining xususiyatlariga bevosita bog'liq (4.7).

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Mazkur tezisning maqsadi gusenitsali mashinalarning sanoatdagi o‘rni va ahamiyatini tizimli yoritish, ularning asosiy texnik-ekspluatatsion afzalliklari va cheklovlarini tahlil qilish hamda zamonaviy sanoat sharoitida ushbu mashinalarga qo‘yiladigan talablarni ilmiy manbalar va xalqaro standartlar asosida umumlashtirishdan iborat.

ASOSIY QISM

1. Gusenitsali yurish tizimining muhandislik mohiyati

Gusenitsali yurish tizimida mashina og‘irligi bir necha tayanch g‘ildiraklar orqali yopiq zanjir ko‘rinishidagi gusenitsa tasmasiga uzatiladi. Tayanch maydonining uzun va keng bo‘lishi nominal yer bosimini kamaytiradi. Soddalashtirilgan holda nominal bosim mashina og‘irligining ikki gusenitsaning yer bilan kontakt maydoniga nisbatiga teng. Biroq real sharoitda bosim bir tekis taqsimlanmaydi: old va orqa qism, tayanch g‘ildiraklari oralig‘i, tezlanish va ish jihozi yuklanishi taqsimotga ta’sir ko‘rsatadi. Shuning uchun zamonaviy terramexanika faqat nominal bosimni emas, balki kontakt bosimi profili, cho‘kish va siljish deformatsiyalarini ham hisobga oladi (1.5.6).

Yumshoq gruntda o‘tuvchanlikni belgilovchi ikkinchi muhim omil tortish kuchidir. Gusenitsa plastinalari va grunt orasidagi siljish kuchlanishi butun tayanch uzunligi bo‘yicha hosil bo‘ladi. Katta kontakt uzunligi va grunt bilan mexanik ilashuvchi grouserlar natijasida gusenitsali mashina past tezlikda katta tortish kuchini rivojlantira oladi. Bu xususiyat buldozer pichog‘i bilan jins surish, quvur yotqizgichda katta yukni ushlab turish yoki ekskavatorda qazish paytida reaktiv kuchlarni qabul qilish uchun ayniqsa muhim (2.4.5).

Burilish jarayonida ko‘plab gusenitsali mashinalar chap va o‘ng gusenitsalar tezligini farqlash yoki ulardan birini tormozlash orqali skid-steering tamoyilida boshqariladi. Bu juda kichik burilish radiusini, ayrim konstruksiyalarda esa deyarli joyida burilishni ta’minlaydi. Shu bilan birga, qattiq yuzada burilish qarshiligi, shina emas balki gusenitsa elementlarida ishqalanish va yeyilish ko‘payadi. Wong va Chiang gusenitsali mashinalarning burilish mexanikasini tahlil qilib, yo‘l yuzasi va kontakt kuchlari burilish quvvati hamda boshqaruvchanlikka sezilarli ta’sir qilishini ko‘rsatgan (4).

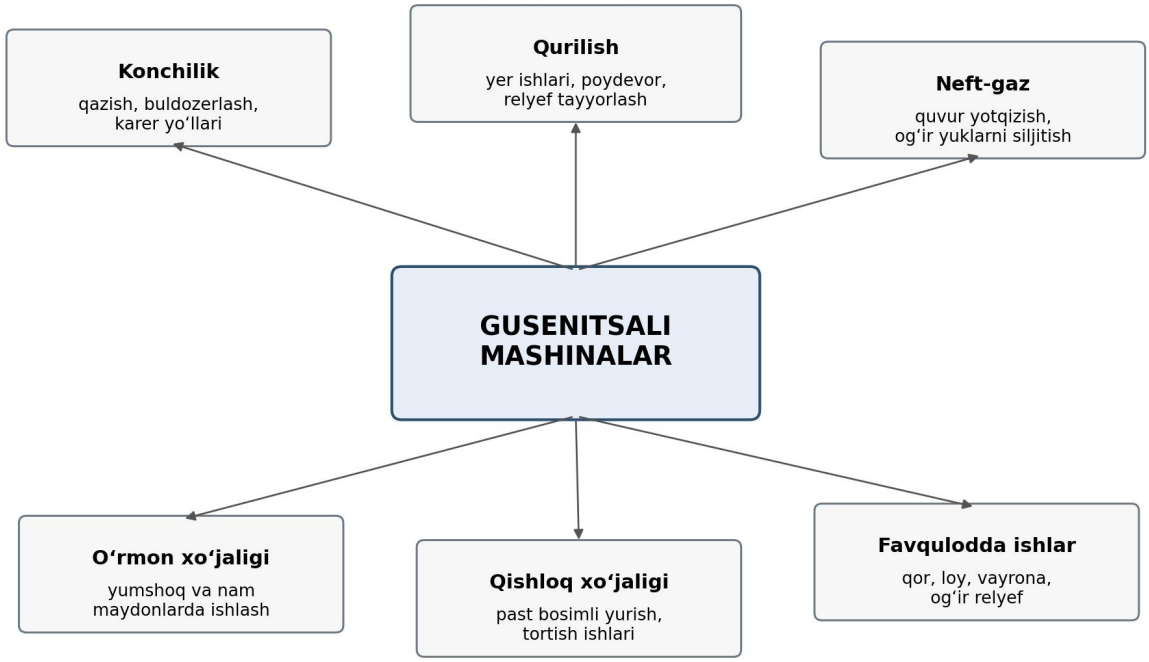
1-jadval. Gusenitsali yurish tizimining asosiy sanoat afzalliklari va amaliy natijasi

Xususiyat	Muhandislik sababi	Sanoatdagi natija	Ayniqsa muhim soha
Past solishtirma yer bosimi	Katta kontakt maydoni	Cho‘kish va botish ehtimoli kamayadi	Qurilish, konchilik, botqoq/nam grunt
Yuqori tortish kuchi	Uzun kontakt va grouserlar	Katta surish/qazish kuchini uzatish	Buldozer, traktor, quvur yotqizgich
Barqaror tayanch bazasi	Keng va uzun shassi	Og‘ir ish jihozi bilan barqarorlik	Ekskavator, kran, burg‘ilash texnikasi
Kichik burilish radiusi	Chap-o‘ng gusenitsa tezligini farqlash	Tor maydonda manevr	Karer, qurilish maydoni
Notekis	Ko‘p tayanch nuqtasi	Toshloq, qiya va izli	Konchilik,

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

relyefga moslashuv	va osma tizimi	yuzada o‘tuvchanlik	o‘rmon, favqulodda ishlar

1-rasm. Gusenitsali mashinalarning sanoatdagi asosiy qo‘llanish yo‘nalishlari



2. Sanoat tarmoqlaridagi o‘rni va texnologik ahamiyati

Konchilik sanoatida gusenitsali texnika ochiq kon va rudnik infratuzilmasining tayanch elementlaridan biridir. Buldozerlar ag‘darma va omborlarni shakllantiradi, zaboy va yo‘llarni tayyorlaydi, ekskavatorlar qazish-yuklash ishlarini bajaradi, gusenitsali burg‘ilash qurilmalari esa portlatish quduqlarini tayyorlashda ishlatiladi. Karer sharoitida qattiq qoplama doimo mavjud bo‘lmagani sababli yurish tizimining grunt bilan muvofiqligi ishlab chiqarish uzluksizligiga ta’sir qiladi. Gusenitsali shassi chuqur iz hosil bo‘lishi yoki yumshagan qatlam sababli texnikaning to‘xtab qolish xavfini kamaytiradi (2.5).

Qurilishda gusenitsali ekskavator va buldozerlarning asosiy ustunligi - ish joyida yuqori barqarorlik va tortish imkoniyati. Ko‘p qavatli bino poydevori, yo‘l kesmasi, kanal, dambalar, sanoat platformalari va yirik yer inshootlarida mashinaning ish jarayoni doimiy ravishda o‘zgarib turuvchi gruntda kechadi. Gusenitsali mashina tayanch yuzaga yukni kengroq tarqatgani uchun yumshoq maydonlarda ham og‘ir jihozni olib yurishi mumkin. Shu bilan birga, konstruksiyaning massasi va past tezligi uni uzoq masofaga o‘z yurishida ko‘chirishni iqtisodiy jihatdan samarasiz qiladi; odatda treyler yoki maxsus platformadan foydalaniladi.

Neft-gaz va quvur transporti qurilishida quvur yotqizgichlar, payvandlash va servis platformalari, og‘ir tortuvchi traktorlar ko‘pincha tayyor yo‘lsiz hududlarda ishlaydi. Bu yerda mashinaning yon qiyalikdagi barqarorligi, past yer bosimi va katta tortish kuchi xavfsizlik hamda ish unumdorligini belgilaydi. Tarixiy va zamonaviy tadqiqotlar og‘ir quvurlarni cho‘l va yumshoq grunt hududlarida tashish uchun artikulyatsiyalangan va gusenitsali tizimlarning ahamiyatini ko‘rsatadi (9).

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

O‘rmon xo‘jaligi va favqulodda vaziyatlarda ham gusenitsali platformalarning o‘rni katta. Yog‘ochni yig‘ish va tashish jarayonida nam, ildizli yoki qorli yo‘llarda o‘tuvchanlik talab etiladi. Qutqaruv va tiklash ishlarida esa vayrona, loy, qor yoki notekis maydonlarda oddiy g‘ildirakli texnika cheklanishi mumkin. Biroq atrof-muhitni muhofaza qilish nuqtai nazaridan gusenitsaning tuproqni siqishi va sirtni buzish ta’sirini ham baholash zarur; past nominal bosim har doim ham ekologik ta’sir yo‘q degani emas, chunki ko‘p martalik yurish va burilish paytida kesish deformatsiyasi yuzaga keladi (3.5).

3. Ekspluatatsion samaradorlik va cheklovlar

Gusenitsali mashinaning iqtisodiy samaradorligi faqat yuqori o‘tuvchanlik bilan belgilanmaydi. Yurish qismi - gusenitsa zvenolari, barmoq va vtulkalar, roliklar, yetakchi yulduzcha, yo‘naltiruvchi g‘ildirak va taranglash mexanizmi - abraziv gruntda katta yuk ostida ishlaydi. Shuning uchun yurish qismining yeyilishi ekspluatatsiya xarajatlarining sezilarli elementiga aylanishi mumkin. Chang, qum, maydalangan tosh va noto‘g‘ri taranglik yeyilishni tezlashtiradi. Samarali servis strategiyasi kundalik ko‘rik, taranglikni nazorat qilish, zanjir elementlarining o‘lchovli diagnostikasi va rejalashtirilgan almashtirishni talab etadi.

Ikkinchi cheklov - transport tezligining pastligi va qattiq qoplamada harakatlanish noqulayligi. Gusenitsali yurish tizimi tortish va o‘tuvchanlik uchun optimallashtirilgani sababli asfalt yoki beton yo‘llarda uzoq masofaga harakat qilish uning asosiy vazifasi emas. Metall gusenitsa qoplamani shikastlashi, rezina gusenitsa esa issiqlik va yeyilish bo‘yicha cheklanishi mumkin. Shu sababli sanoat logistikasi mashinaning ish hududlari orasida maxsus tashish vositalari bilan ko‘chirilishini oldindan rejalashtirishi kerak.

Uchinchi masala - energiya samaradorligi. Gusenitsali mashinalarda burilish va deformatsion qarshiliklar yuqori bo‘lishi mumkin, og‘ir konstruktsiya esa tezlanish va ko‘chirish energiyasini oshiradi. Qurilish texnikasida gidravlik tizimlarning yo‘qotishlari ham katta ulushni egallaydi. Shu sababli zamonaviy tadqiqotlar gibrid va to‘liq elektr yuritmalar, energiyani qayta tiklash, samarali gidravlika va boshqaruv algoritmlariga e’tibor qaratmoqda. He va Jiang gibrid qurilish mashinalarida energiya tejash strategiyalarini tizimlashtirgan, Tong va hammualliflar esa elektr qurilish mashinalarining asosiy texnologiyalarini tahlil qilgan (7.8).

2-jadval. Gusenitsali mashinalarning kuchli va cheklovchi jihatlari

Baholash mezoni	Ustun jihati	Cheklov va boshqaruv chorasi
O‘tuvchanlik	Yumshoq, nam va notekis gruntda yuqori	Grunt parametrlari bo‘yicha texnika tanlash zarur
Tortish kuchi	Past tezlikda katta tortish kuchi	Quvvat uzatish va qizish rejimi nazorat qilinadi
Barqarorlik	Keng tayanch baza va og‘ir jihoz bilan ishlash	Qiya maydonda yuk markazi va ruxsat etilgan burchak hisobga olinadi
Transport	Ish maydonida ishonchli harakat	Uzoq masofaga ko‘chirish uchun treyler talab etiladi
Servis	Konstruktsiya mustahkam va modulli	Yurish qismi yeyilishi yuqori; rejalashtirilgan diagnostika zarur

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Energiya va ekologiya	Elektr/gibrid tizim bilan samaradorlikni oshirish mumkin	Og'ir massa, burilish qarshiligi va tuproq ta'sirini kamaytirish kerak

4. Gusenitsali mashinalarga qo'yiladigan zamonaviy talablar

Birinchi talab - unumdorlik va tortish imkoniyatining texnologik vazifaga mosligi. Mashina dvigatel yoki elektr yuritma quvvati, gidravlik tizim imkoniyati, ish jihozi geometriyasi va gusenitsa-grunt o'zaro ta'siri bo'yicha yagona tizim sifatida tanlanishi kerak. Faqat maksimal quvvatni oshirish mahsuldorlikni avtomatik ravishda oshirmaydi; mavjud quvvatni ilashish chegarasidan oshirmasdan ish organiga uzatish muhim. Shu sababli o'tuvchanlikni baholashda gruntning holati va kontakt parametrlari hisobga olinadi (1.5.6).

Ikkinchi talab - ishonchlilik va servisga yaroqlilik. Sanoat mashinasining to'xtashi butun texnologik zanjirni sekinlashtirishi mumkin. Shuning uchun yurish qismi resursi, moylash, muhrlash, rolik va zanjirlarning yeyilish nazorati, ehtiyot qismlar logistikasini loyihalash bosqichidayoq hisobga olish talab etiladi. Telematika va holatga asoslangan texnik xizmat ko'rsatish tizimlari harorat, bosim, vibratsiya, ish soati, yuklanish va xatolik kodlari bo'yicha nosozlikni erta aniqlashga yordam beradi.

Uchinchi talab - xavfsizlik. ISO 20474-1 yer qazish mashinalari uchun umumiy xavfsizlik talablarini belgilaydi; ROPS bo'yicha ISO 3471 ag'darilishda operator himoyasiga, ISO 5006 operator ko'rish maydoniga, ISO 10262 gidravlik ekskavatorlar operator himoya panjaralariga, ISO 7096 o'rindiq vibratsiyasini baholashga va ISO 9533 harakat signalizatsiyasiga taalluqli talablarni beradi (10.11.12.13.14.15). Gusenitsali mashinada xavfsizlik ayniqsa qiya maydon, chekka, zaboy devori, orqaga yurish va ish jihozining katta ish radiusida muhimdir.

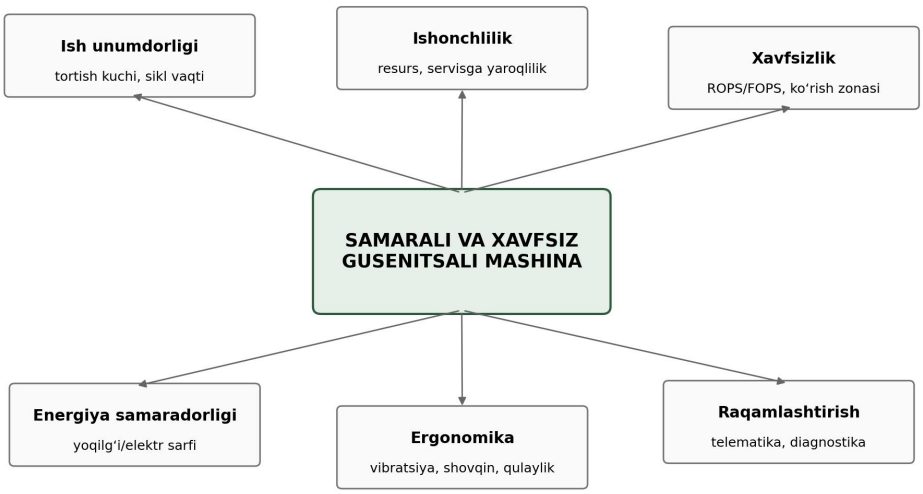
To'rtinchi talab - ergonomika. Uzoq smenada operatorning charchashi unumdorlik va xavfsizlikka to'g'ridan-to'g'ri ta'sir qiladi. Kabina ichidagi vibratsiya, shovqin, mikroiqlim, boshqaruv organlarining joylashuvi va ko'rish zonasi optimallashtirilishi lozim. Ko'p kamerali kuzatuv, yaqinlik sensorlari va 360 darajali ko'rish tizimlari ko'r zonalarni kamaytiradi, biroq ular operatorning asosiy kuzatuv va xavfsizlik tartiblarini almashtirmasligi kerak.

Beshinchi talab - energiya va ekologik samaradorlik. Dizel mashinalarda dvigatelning optimal yuklanishi, avtomatik bo'sh yurishni kamaytirish, samarali gidravlika va transmissiya yo'qotishlarini pasaytirish muhim. Elektrlashtirish esa mahalliy chiqindilarni kamaytirish, past tezlikdagi katta momentni samarali hosil qilish va regenerativ energiya boshqaruviga imkon beradi. Biroq akkumulyator massasi, zaryadlash infratuzilmasi va og'ir ish sikllaridagi energiya talabi konstruktiv yechimni ehtiyotkor tanlashni talab etadi (7.8).

Oltinchi talab - raqamlashtirish va avtomatlashtirish. GNSS, inertial sensorlar, mashina boshqaruv tizimlari, telematika va masofaviy monitoring yordamida ish marshruti, qazish chuqurligi, pichoq balandligi, yoqilg'i sarfi va sikl vaqti kuzatilishi mumkin. Kelajakdagi sanoat gusenitsali mashinasi faqat mexanik platforma emas, balki ma'lumot yig'uvchi va texnologik jarayon bilan integratsiyalashgan kiber-fizik tizim sifatida rivojlanmoqda.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

2-rasm. Zamonaviy gusenitsali mashinaga qo'yiladigan talablar tizimi



5. Sanoat uchun istiqbolli rivojlanish yo'nalishlari

Yaqin istiqbolda gusenitsali mashinalarning rivojlanishi uch yo'nalishda jadallashishi kutiladi: elektrlashtirish, avtomatlashtirish va raqamli diagnostika. Elektr yuritma past tezlikda yuqori moment berishi sababli gusenitsali mashinalar uchun texnik jihatdan jozibador; shu bilan birga energiya manbasining hajmi va og'irligi og'ir ish sikllari uchun asosiy muammo bo'lib qoladi. Gibrid arxitektura esa dvigatelni samarali rejimda ushlab turish va tormozlanish yoki ish jihozi harakatidan energiya qaytarish imkonini beradi (7.8).

Avtonom boshqaruv kon va yirik qurilish maydonlarida operator xavfini kamaytirishi, takrorlanuvchi jarayonlarni barqarorlashtirishi va smenalararo natija farqini qisqartirishi mumkin. Bunda terramexanika modellari, real vaqt sensori va yo'l sharoitini baholash algoritmlari birgalikda ishlashi kerak. 2024-yildagi zamonaviy tahlillar gusenitsa-grunt o'zaro ta'sirini empirik, yarim empirik va sonli usullar bilan modellashtirishning har birida afzallik va cheklovlar borligini ko'rsatadi; sanoat boshqaruv tizimida hisoblash tezligi bilan fizik aniqlik o'rtasida muvozanat talab etiladi (5).

Raqamli egizak va prediktiv servis tizimlari yurish qismining yeyilishi, gidravlik nasos holati, motor yoki dvigatel yuklanishi va ish sikli bo'yicha tarixiy ma'lumotlar yordamida texnik xizmat muddatini aniqroq belgilashga imkon beradi. Natijada rejadan tashqari to'xtash kamayishi, ehtiyot qismlar zaxirasi optimallashishi va mashinaning hayotiy sikl xarajati pasayishi mumkin.

XULOSA

Gusenitsali mashinalar sanoatda murakkab grunt va og'ir yuklanish sharoitida yuqori tortish kuchi, nisbatan past yer bosimi, barqaror tayanch va yuqori o'tuvchanlikni ta'minlaydigan muhim texnologik vosita hisoblanadi. Ayniqsa konchilik, qurilish, neft-gaz, o'rmon xo'jaligi va maxsus tiklash ishlarida ularning qo'llanishi ko'pincha texnologik jarayonning uzluksizligi va xavfsizligini belgilaydi (1.2.5).

Shu bilan birga, gusenitsali tizim universal yechim emas. Past transport tezligi, yurish qismi yeyilishi, qattiq qoplamaga ta'sir, servis va energiya xarajatlari texnika tanlashda hisobga olinishi zarur. Zamonaviy sanoat uchun eng maqbul yondashuv gusenitsali mashinani alohida qurilma sifatida emas, balki grunt sharoiti, ish organi, energiya manbasi, operator, xavfsizlik standartlari va raqamli boshqaruv vositalari bilan integratsiyalashgan tizim sifatida ko'rishdir.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Kelajakda elektr va gibrid yuritmalar, telematika, avtonom boshqaruv, prediktiv diagnostika hamda real vaqtli terramexanika modellarining rivojlanishi gusenitsali mashinalarning sanoatdagi ahamiyatini yanada oshiradi. Bunda unumdorlik bilan bir qatorda operator xavfsizligi, energiya samaradorligi, ekologik ta'sir va butun hayotiy sikl xarajati asosiy baholash mezonlari bo'lib qoladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Wong, J. Y. (2022). Theory of Ground Vehicles (5th ed.). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781119719984
2. Wong, J. Y. (2024). Terramechanics and Off-Road Vehicle Engineering. Butterworth-Heinemann/Elsevier. https://doi.org/10.1016/C2022-0-01590-7
3. Bekker, M. G. (1969). Theory of Land Locomotion: The Mechanics of Vehicle Mobility. University of Michigan Press. https://doi.org/10.3998/mpub.9690401
4. Wong, J. Y., & Chiang, C. F. (2001). A general theory for skid steering of tracked vehicles on firm ground. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering, 215(3), 343-355.
5. Chakravarthy, P. N., & Sharma, P. K. (2024). Terramechanics models for tracked vehicle-terrain interaction analysis: A review. Defence Science Journal, 74(4), 469-481. https://doi.org/10.14429/dsj.74.19029
6. Edwin, P., Shankar, K., & Kannan, K. (2018). Soft soil track interaction modeling in single rigid body tracked vehicle models. Journal of Terramechanics, 77, 1-14. https://doi.org/10.1016/j.jterra.2018.01.001
7. He, X., & Jiang, Y. (2018). Review of hybrid electric systems for construction machinery. Automation in Construction, 92, 286-296. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.04.005
8. Tong, Z.-M., Miao, J.-Z., Li, Y.-S., Tong, S.-G., Zhang, Q., & Tan, G.-R. (2021). Development of electric construction machinery in China: A review of key technologies and future directions. Journal of Zhejiang University-SCIENCE A, 22(4), 245-264. https://doi.org/10.1631/jzus.A2100006
9. Alhimdani, F. F. (1982). Steering analysis of articulated tracked vehicles. Journal of Terramechanics, 19(3), 195-209. https://doi.org/10.1016/0022-4898(82)90004-0
10. International Organization for Standardization. (2017). ISO 20474-1:2017. Earth-moving machinery - Safety - Part 1: General requirements. Geneva: ISO.
11. International Organization for Standardization. (2008). ISO 3471:2008. Earth-moving machinery - Roll-over protective structures - Laboratory tests and performance requirements. Geneva: ISO.
12. International Organization for Standardization. (2017). ISO 5006:2017. Earth-moving machinery - Operator's field of view - Test method and performance criteria. Geneva: ISO.
13. International Organization for Standardization. (1998). ISO 10262:1998. Earth-moving machinery - Hydraulic excavators - Laboratory tests and performance requirements for operator protective guards. Geneva: ISO.
14. International Organization for Standardization. (2020). ISO 7096:2020. Earth-moving machinery - Laboratory evaluation of operator seat vibration. Geneva: ISO.
15. International Organization for Standardization. (2010). ISO 9533:2010. Earth-moving machinery - Machine-mounted audible travel alarms and forward horns - Test methods and performance criteria. Geneva: ISO.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.