KARER AVTOSAMOSVALLARI KUZOVINI TAKOMILLASHTIRISH (ANSYS DASTURIY TA'MINOTI YORDAMIDA) ASOSIDA KUZOV FOYDALANISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH.

Gaffarov Azamat Alisherovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti tayanch doktoranti
Atakulov Lazizjon Nematovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti professori

Annotatsiya. Ushbu maqolada Karer avtosamosvallari kuzovi yemirilishini oldini olish kabi muammolarni hal qilishning samarali usullaridan biri sifatida tizimning kuchlanish holatini chekli elementlarni tahlil qilish usullari va dasturiy ta'minotdan foydalangan holda modellashtirish asosida hisoblash mumkinligi keltirilgan. Cheklangan elementlar usulidan foydalanib avtosamosval kuzovi tag qismi qoplama rezina bilan qoplangandan sung kuzov yemirilishi oldi olinishi usullari keltirilgan.

Kalit so'zlar: Karer avtosamosvallari, kuzov konstruksiyasi, kuzovni takomillashtirish, ansys dasturiy ta'minoti, strukturaviy analiz, mexanik kuchlanishlar, charchashga chidamlilik, mustahkamlik tahlili, optimal konstruksiya, yuk ko'tarish qobiliyati, ishonchlilik

Аннотация. В данной статье рассматривается возможность расчета напряженного состояния кузова автосамосвала на основе методов конечно-элементного анализа и моделирования с использованием программного обеспечения как одного из эффективных методов решения такой задачи, как предотвращение коррозии кузова карьерного самосвала. Представлены методы предотвращения коррозии кузова после нанесения резинового покрытия на днище кузова самосвала с использованием метода конечных элементов.

Ключевые слова: карьерные автосамосвалы, конструкция кузова, улучшение кузова, программное обеспечение ANSYS, структурный анализ, механические напряжения, усталостная прочность, анализ прочности, оптимальная конструкция, грузоподъемность, надежность

Abstract. This article presents the possibility of calculating the stress state of the system based on finite element analysis methods and modeling using software as one of the effective methods for solving problems such as preventing corrosion of the body of a quarry dump truck. Methods for preventing corrosion of the body after the bottom of the dump truck body is covered with rubber coating using the finite element method are presented.

ISSN 3030-3907

Keywords: Quarry auto industry, body construction, body improvement, ANSYS software, structural analysis, mechanical voltages, fatigue resistance, strength analysis, Optimal construction, load-bearing capacity, reliability

Kirish

Karer avtosamosvallari kuzovi yemirilishini oldini olish kabi muammolarni hal qilishning samarali usullaridan biri sifatida tizimning kuchlanish holatini chekli elementlarni tahlil qilish usullari va dasturiy ta'minotdan foydalangan holda modellashtirish asosida hisoblash mumkin. Cheklangan elementlar usuli raqamli hisoblashning eng keng tarqalgan usullaridan biri bo‘lib, muhandislik muammolarini tahlil qilish, uning mohiyati ko'rib chiqilayotgan doimiy muhitni materialning asosiy parametrlari va kuch maydoni deyarli bir xil taqsimlangan bir qator diskret bo'limlar sifatida ifodalashdan iborat bo‘ladi.

Von Mizes kuchlanishi mashinasozlikdagi muhim tushuncha bo'lib, murakkab yuk ostida materialning kuchlanish holatini o'lchaydi. Materialshunoslik va muhandislikda kuchlanish materialning birlik maydoniga ta'sir qiluvchi kuch sifatida aniqlanadi. Materialga tashqi kuch qo'llanilganda, kuchlanish uning kuchidan oshib ketgan bo'lsa, deformatsiyaga yoki buzilishga olib kelishi mumkin. kuchlanishni uch turga bo'lish mumkin: siqish, tortish va kesish.

Materiallar murakkab yukga duchor bo'lganda, kuchlanish holatini bitta kuchlanish komponenti bilan aniqlash mumkin emas. Buning o'rniga, u uch xil yo'nalishda materialga ta'sir qiluvchi uchta asosiy kuchlanishning kombinatsiyasi bilan aniqlanadi. Von Mizes kuchlanishi - bu asosiy kuchlanishlarning kombinatsiyasi natijasida hosil bo'lgan ekvivalent kuchlanishni ifodalovchi skalyar miqdor.

Von Mises kuchlanishi materialning qachon chiqishi yoki deformatsiyalanishini bashorat qilish uchun foydali o'lchovdir. Mexanik komponentlar va konstruksiyalarni loyihalash va tahlil qilishda ular kutilgan yuklarga nosozliklarsiz bardosh berishlarini ta'minlash uchun keng qo'llaniladi.

Von Mizes kuchlanishi uchta asosiy kuchlanishning farqlari kvadratlari yig'indisining kvadrat ildizi sifatida hisoblanadi. Matematik jihatdan u quyidagicha ifodalanadi:

Fizik qonuniyatlar asosida:

Von Mises kuchlanish modeli (energiya asosida zo‘riqma)

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]}$$

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3 -$ asosiy normal kuchlanishlar

ISSN 3030-3907

Zo‘riqma - bu tananing biror kesimiga tushadigan kuchining kesim yuzasiga nisbati

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

σ –zo‘riqma (MPa)

F –kuch (N)

A –yuzaning maydoni (mm^2 yoki m^2)

Von Mizes stressi materialshunoslik va muhandislikdagi asosiy tushuncha bo'lib, murakkab yukga duchor bo'lgan materialning ekvivalent kuchlanish holatini baholashga imkon beradi. Von Mizes stressidan foydalanib, muhandislar kutilgan yuklarga bardosh bera oladigan material va dizayn komponentlarining xatti-harakatlarini aniq taxmin qilishlari mumkin.

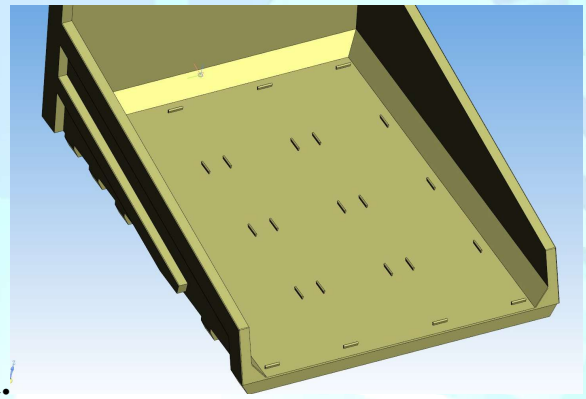
Hozirgi vaqtda turli xil matematik usullarga asoslangan va ma'lum bir sharoitda fizik jarayonlarni tahlil qilish imkonini beruvchi ko‘plab dasturlar mavjud. Shu bilan birga, fanlararo hisob-kitoblarni - fizikaning turli sohalaridagi tenglamalarni bir vaqtda hisoblash va tahlil qilishni ta'minlaydigan dasturlar ko'p emas. ANSYS endi fizikaning aksariyat bo'limlarini bitta interfeysda birlashtirgan noyob tizimdir. Bundan tashqari, zamonaviy ANSYS Workbench platformasi ko'pgina SAPR paketlari bilan mos keladi va dizayn dasturlarida qurilgan uch o'lchovli modellar yordamida jismoniy jarayonlarni modellashtirishga imkon beradi, bu modelni bir dasturdan ikkinchisiga o'tkazish zaruratini yo'q qiladi.

ANSYS dasturiy ta'minotida amalga oshirilgan chekli elementlar usuli uzoq vaqt davomida kuchlanish-deformatsiya holatini hisoblash va yadro energetikasida ishlatiladigan asbob-uskunalar va quvurlarning mustahkamligi ishonchliligini loyihalash uchun asoslash uchun ishlatilgan. Uskunalarni ishlab chiqish va takomillashtirish ehtiyojlari tufayli ushbu dasturiy ta'minotni qo'llash ko'lami doimiy ravishda oshib bormoqda. Shu bilan birga, yangi yaratilgan asbob-uskunalarning ishonchliligini va ishlayotgan asbob-uskunalarning qolgan xizmat muddatini to'g'ri baholash zarurligiga qaramay, bunday dasturiy ta'minot tog'-kon sanoatida deyarli qo'llanilmaydi. Bu, birinchi navbatda, ushbu dasturiy ta'minotni qo'llash chegaralari va usullarini tartibga soluvchi ushbu sohada uslubiy ishlanmalarning yo'qligi bilan bog'liq.

Shunday qilib, chekli elementlar usuli yordamida modellashtirish ko'p sonli qisman differentsial tenglamalar tizimini yig'ish va yechishdir. Bunday holda, tizim kuchlanishining xarakterini sezilarli darajada buzishi mumkin bo'lgan muhim taxminlarni qilishning hojati yo'q. Cheklangan elementlar usuli nafaqat ish hajmini sezilarli darajada kamaytirishga, balki birliklar uchun turli xil dizayn variantlarini baholashga imkon beradi.

ISSN 3030-3907

Avvalo yuqorida SOLIDWORDKS dasturida tayyorlab olingan avtosamosval kuzovi modelini ANSYS dasturiga eksport qilamiz. Qabul qilib olingan modelni konstruktiv o‘zgarishlar kiritish maqsadida kuzovnining pastki qismidan rezina futerovkani siqib tutuvchi elementlarini o‘rnatib olamiz. Kuzovning pastki qismida rezinani siqib turuvchu elementlari 6-rasmda keltirilgan.

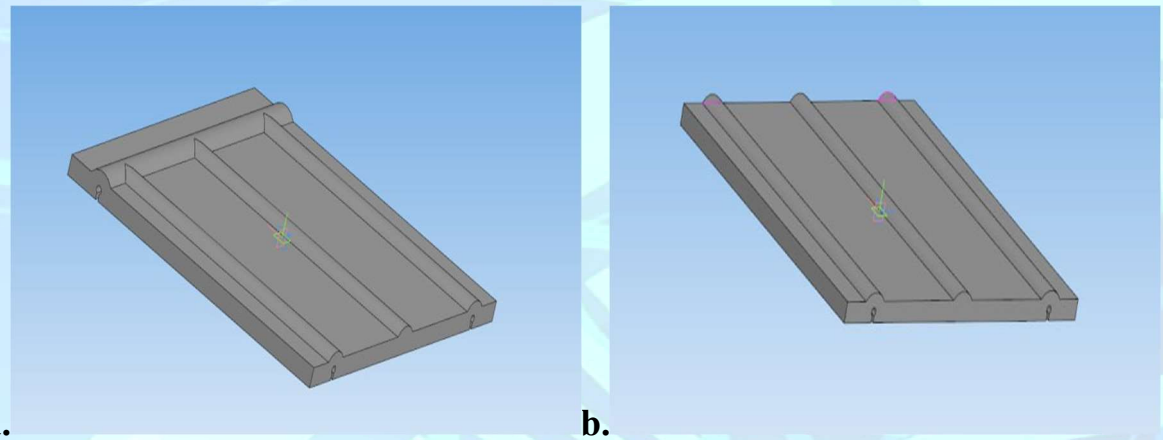
a.  b. 

1-rasm. Kuzovning pastki qismida rezinani mustahkam ushlab turuvchu elementlari (a-kuzovning umumiy kurinishi, b-mustahkamlovchi elementlar).

Rezina qoplama 2 usulda o‘rnatilishi mumkin. Har ikkala usul uchun ham bir xil rezinani mustahkam ushlab turuvchi elementlar texnologik sxemasidan foydalanamiz. Ushbu texnologik sxema 1-rasmda keltirilgan bo‘lib, birinchi usul bo‘yicha kuzov to‘liq bo‘yi va eni bo‘yicha yaxlit rezina qoplama o‘rnatilishi mumkin. Ushbu vaziyatda rezina qoplamaning kerakli no‘qtalaridan kuzovga o‘rnatilgan biriktiruvchi elementlar parametrlariga xos va mos bo‘lgan kesma ochiladi.

Olingan natijalarga asosan avtosamosval kuzovining yemirilish zonasi o‘rta qismi va o‘rta qismidan kuzovdan yuk tukilish qismi yemirilish ko‘p bo‘ladi. Shuning uchun rezina qoplamaning ikkinchi usulida o‘rnatilishi kichik ulchamdagi kvadratsimon kurinishdagi (1250x1250 mm) alohida bo‘laklarga ajratib olindi. Ushbu usulning qulayligi kuzov tub qismi yemirilishga moyilligi katta hududlarni qoplamalarini almashtirishdan iborat. Bu yerda ham qarayib 50% atrifidagi qoplamalar asosiy yemirilayotgan qoplamalarga nisbatan ½ nisbatda almashtirilish ishlari olib boriladi.

ISSN 3030-3907

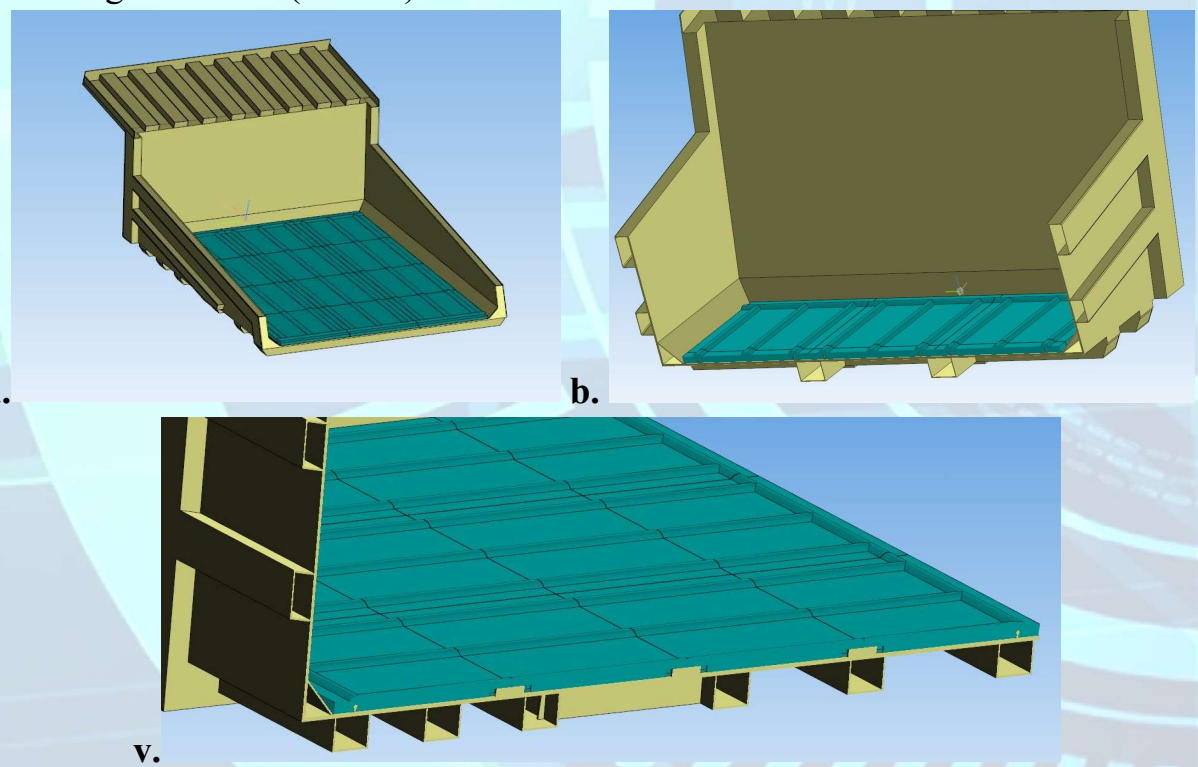


a. b.

2-rasm. Rezina futerovka (a-kuzov turiga o‘rnatiluvchi va b-qolgan qismlariga o‘rnatiluvchi).

2-rasmda keltirilgan rezina futerovka ulchamlari qo‘yidagicha: rezinaning qalinligi h=50 mm, uznligi l=1250 mm va eni b=1250 mm ni tashkil etadi. Rezina qoplamadaning ikki yon tomonidan 5 sm dan masofa tashlab har ikki tomondan maxsus shaklda kuzov biriktiruvchi elementi joylashadigan joy tashlaymiz. Ushbu biriktiruvchi elementning ulchami eni 1 sm, balandligi 1.5 sm o‘lgan to‘rtburchak va unga ulashib ketgan 1.5 sm diametrli aylana shakliga ega bo‘lgan umumiy chaspak shaklini beruvchi biriktiruvchi element hisoblanadi.

Rezina futerovka kuzovning pastki qismiga o‘rnatilgandan so‘ng qo‘yidagi kurinishga keltirildi (2-rasm).



a. b.

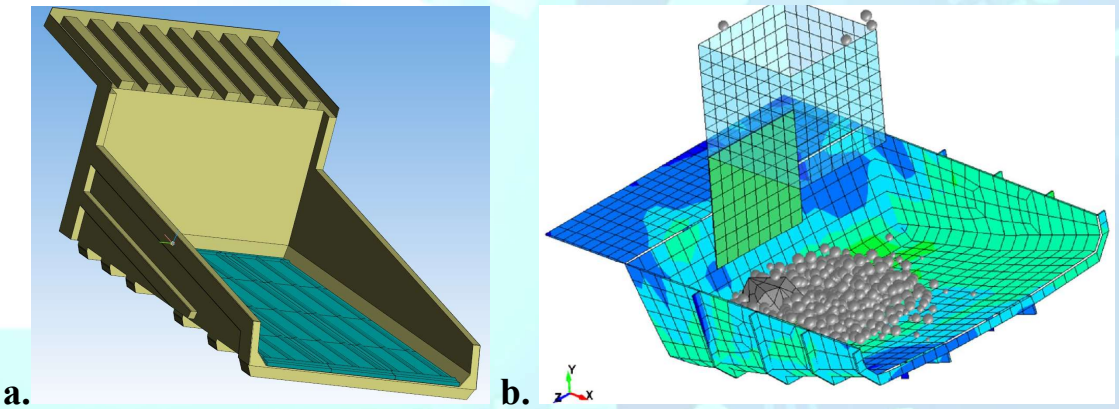
v.

3-rasm. Kuzovga rezina futerovka o‘rnatilgan holati (a-to‘liq kurinishi, b-kuzov eni bo‘yicha qirqim kurinishi va v-kuzov bo‘yi bo‘yicha qirqim kurinishi).

ISSN 3030-3907

3-rasmda avtosamosval kuzoviga rezina futerovkaning o‘rnatilgan holati keltirilgan. Ushbu futerovkaning asosiy maqsadi kuzov yemirilmaslik uchun xizmat qilish hisoblanadi. Kuzovning yemirilishi esa asosan yukni tukish vaqtida tog’ jinslarining kuzov pastki qismidan sidirilib tushishidan kelib chiqadi. Kuzovning yemirilishi natijasida ta’mirtalablilik darajasining oshib ketishi va katta chiqimlarga olib kelishi kuzatiladi.

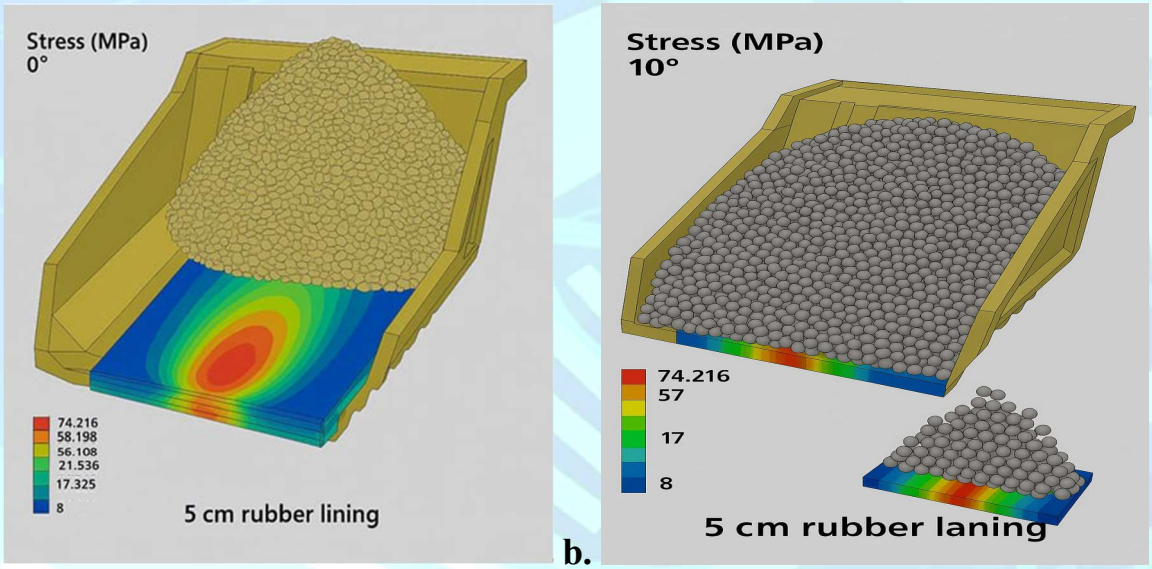
Ansys dasturiy ta’minoti orqali rezina qoplama o‘rnatilgan kuzovga uning hajmidan kelib chiqib, tog’ jinslari parametrlarini ifodalovchi kattaliklarni kiritamiz. Bular tog’ jinsi maksimal diametri, qattiqligi va ogirligidir. Kattaliklar o‘rnatilgandan sung Ansys dasturiy ta’minoti yordamida virtual tajriba sinov o‘tkazamiz. Kuzovni yemirilish darajasi kuzovdagi yukni ag’darishda 0^0 dan 46^0 gacha ekanligini unutmasligimiz kerak. Olingan natijalar qo‘yidagi 4-rasmda keltirilgan.



4-rasm. Avtosamosval kuzovi asosiy kurinishi (a) vacheklangan elementlarga bo‘lingan holati (b).

Yuqorida takidlaganimizdek SOLIDWORKS dasturidan qabul qilingan avtosamosval kuzovining chizmasi 4a-rasmda keltirilgan bo‘lib, uni ANSYS dasturida cheklangan elementlar asosida natijani aniq va ravon olish maqsadida setkalarga bo‘lib olamiz (4b-rasm). Ushbu setkamizning ulchamlari 50 mm x 50 mm ni tashkil etadi. Keyingi maqsadimiz avtosamosval kuzoviga tog’jinsi bilan to‘ldirish va gorizontal holatdan to kuzovdan yukni bo‘shatishgacha bo‘lgan kuzovni kutarish burchaklari ostida vertual eksperiment utkazishdan iborat. Ushbu tadqiqot ishini avtosamosval kuzovini gorizontal holatidan, ya’ni 0^0 dan boshlaymiz (5-rasm).

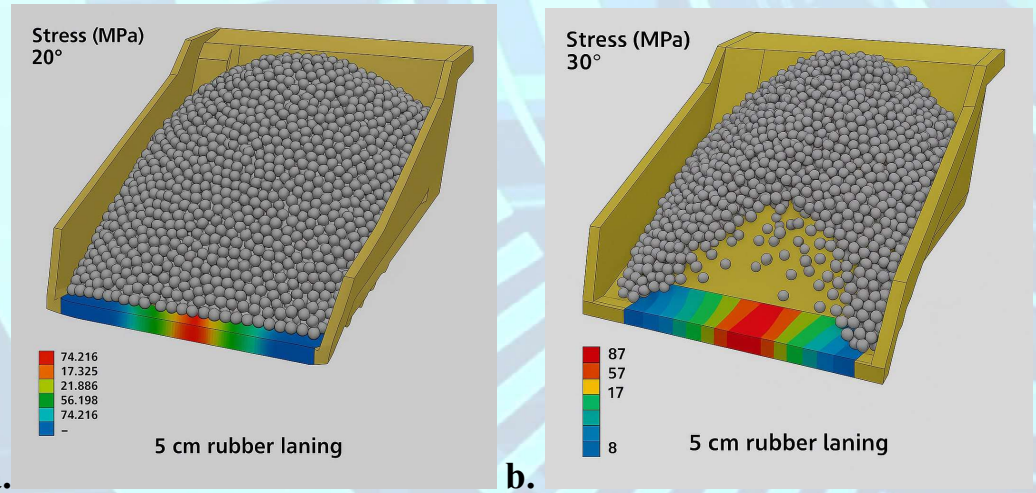
ISSN 3030-3907



a. b.

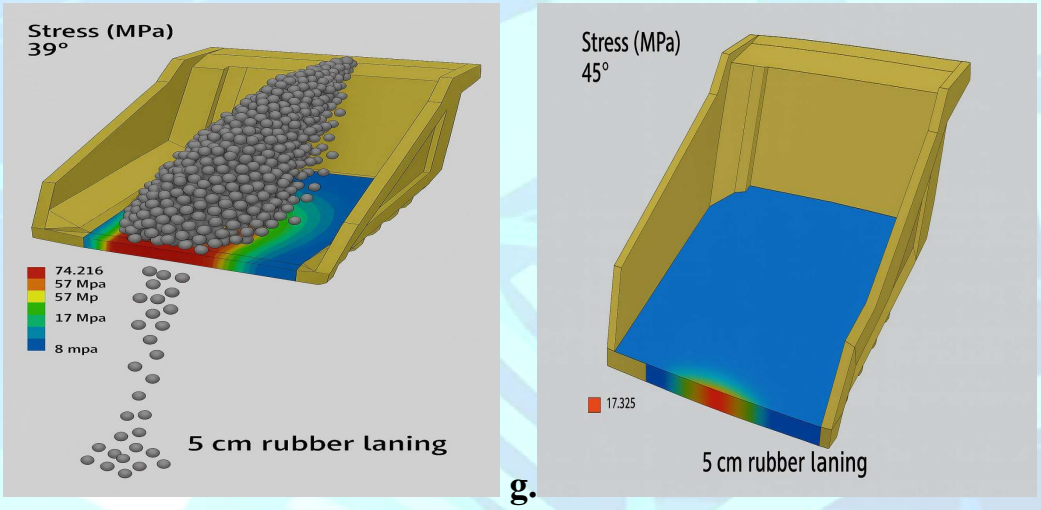
5-rasm. Avtosamosval kuzovining kuchlanganlik holati (a-kuzovning gorizontal holati va b-kuzovning 10^0 ga kutarilishidagi holat)

Avtosamosval kuzoviga 55 t yuk bilan yuklaganimiz va uning gorizontal holatida tadqiqot utkazganimiz shuni kursatdiki, kuzovning o‘rta qismidan boshlab orqa yuk tukish qismiga qarab rezina qoplamada zo‘riqish kuchlanganligi paydo bo‘ldi. Ushbu zo‘riqma maksimal 74.2 MPa ni tashkil etdi va 5a-rasmda rezina qoplamaning ichki qismi kurinishi uchun yukni bir qismi kursatilmagan holatda tasvirlangan. 5b-rasmda esa xuddi shu kuzovning yukni bo‘shatish uchun 10^0 ga kutarilgan holati tasvirlangan. Bu yerda kuzovning 10^0 ga kutarilishi bilan yukning 5-6% pastga tushganligi, lekin yukning kuzovga og’irlik kuchining tushish darajasi o‘zgarishini kurish mumkin. Ikkala natija ranglar jilosi bilan solishtirilsa kuzovning orqa qismi ranglar jilosi yukni tukish tomonida ko‘proq zo‘riqma hosil bo‘lganligini anglatadi.



a. b.

ISSN 3030-3907



v. g.

6-rasm. Avtosamosval kuzovining kuchlanganlik holati (a-kuzovning 20^0 ga kutarilishidagi, b-kuzovning 30^0 ga kutarilishidagi, v-kuzovning 40^0 ga kutarilishidagi va g-kuzovning 45^0 ga kutarilishidagi holatlari)

Avtosamosval kuzovining 20 gradusdan 45-46 gradusgacha kutarib yukni bo‘shatish bilan olingan natijalar quyidagicha bo‘ldi:

- Kuzovni 20^0 ga kutarish bilan yukni 15-20 % bo‘shatildi, rezina qoplama zo‘riqish zonasi kuzovning orqa qismiga 10-15% ga siljidi, maksimal kuchlanganlik 74.2 MPa o‘zgarmasdan qoldi.
- Kuzovni 30^0 ga kutarish bilan yukni 35-40 % bo‘shatildi, rezina qoplama zo‘riqish zonasi kuzovning orqa qismiga 30-40% ga siljidi, maksimal kuchlanganlik 87 MPa o‘zgardi.
- Kuzovni $39\text{-}40^0$ ga kutarish bilan yukni 75-80 % bo‘shatildi, rezina qoplama zo‘riqish zonasi kuzovning orqa qismiga 40-50% ga siljidi, maksimal kuchlanganlik qaytib 74.2 MPa ga tushdi.
- Kuzovni $45\text{-}46^0$ ga kutarish bilan yukni 100 % bo‘shatildi, rezina qoplama zo‘riqish zonasi kuzovning orqa qismiga 95-100% ga siljidi, maksimal kuchlanganlik 17.3 MPa tushdi.

Belaz kuzovining qoplamali holatdagi fizik zo‘riqma taqsimoti von Mises kuchlanish modeli asosida 3D shaklda ko‘rsatilgan. Zo‘riqma eng yuqori nuqtada 0,053 MPa markazga yaqin joylashgan va kuzovning ortga og’ayotgan qismida yuzaga kelgan.

Zo‘riqma taqsimoti 2D Gaussian normal taqsimotga o‘xshaydi,yani kuchlanish eng katta qiymatni markazga yaqin joyda egallaydi va asta-sekin pasayadi.

Ushbu holatda uning matematik ifodasi (zo‘riqma sirt funksiayasi) qo’yidagicha bo’ladi:

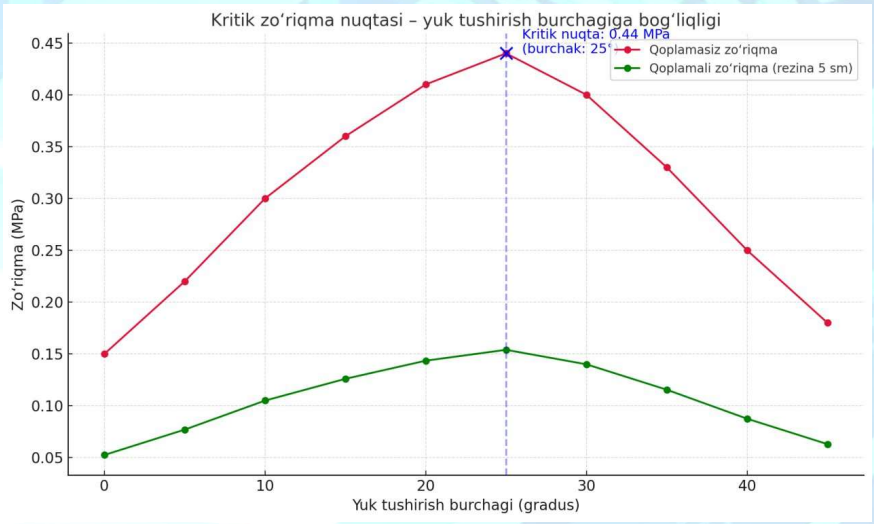
$$\sigma(x,y) = \sigma_{max} * e^{-\left(\frac{(x-x_1)^2}{2\sigma_x^2}+\frac{(y-y_1)^2}{2\sigma_y^2}\right)}$$

ISSN 3030-3907

Bu yerda:

$\sigma(x, y)$ –kuzov yuzasidagi zo‘riqma, MPa.
$\sigma_{max} = 0{,}053\ MPa$ –maksimal zo‘riqma qiymati.

$x, y \in [0{,}1]$ –kuzov bo‘ylab uzunlik va kenglik bo‘yicha nisbiy koordinatalar.
$x_0 \approx 0{,}45;\ y_0 \approx 0{,}25$ –zo‘riqma markazining koordinatalari.



4.12-rasm. Avtosamosval kuzovidan yuk tukishda zo‘qma va yuk tushirish burchagi bog’liqligi grafigi.

Tadqiqotlar shuni kursatdiki, qoplamasiz kuzov bilan yuk tushirishda zo‘riqma maksimal kursatgichi 0.44 MPa ni tashkil etib 20-30 gradus oralig’ida eng kretik zona deb hisoblanarkan, va rezina qoplama o‘rnatilgandan sung ushbu kretik zona aynan 20-30 gradus orasida saqlanib qoldi, lekin zo‘riqma maksimal kursatgichi 0.15 MPa ni tashkil etdi. Ushbu tadqiqot ishida kuzovdan yukni tukishda zo‘riqma 66% ga kamaytirildi.

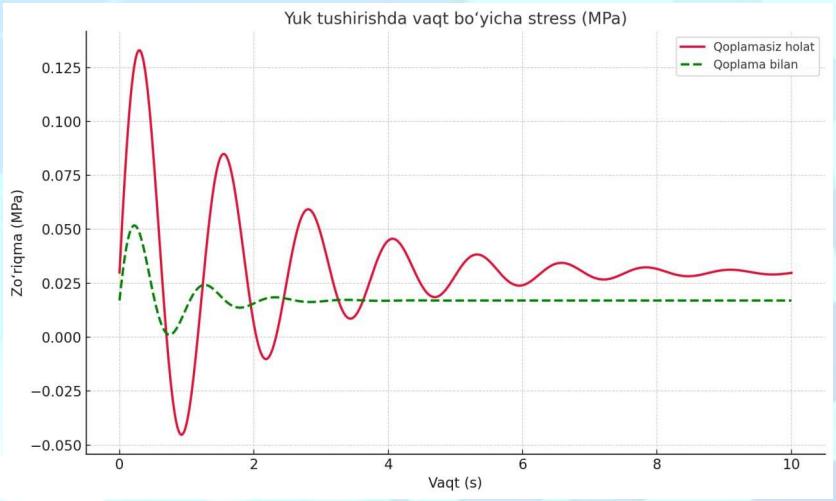
Ushbu dasturiy ta’minot yordamida virtual tajriba sinov o‘tdi va xulosa qilib aytish mumkinki, yukni gorizontal holatdan to uni bo‘shatishgacha bo‘lgan jarayonda kuzov o‘rta qismida hosil bo‘lgan zo‘riqish zonasi yukni tukilishi bilan kuzov rezina qoplamasi orasida ishqalanish paydo bo‘ladi va ushbu ishqalanish asosida rezina qoplama yemirilishga uchraydi.

Endi 55 tonnalik yuk bu kuzovga tuliq ta’sir qilsa

$$F = 55000x9{,}81 = 539{,}550N$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{539{,}550}{18{,}91} = 28{,}52kPa = 0{,}0285\ MPa$$

ISSN 3030-3907



7-rasm. Avtosamosval kuzovidan yuk tushirish vaqtida kuzovni rezina qoplamasiz va qoplamali holatidagi kuchlanganlikning vaqtga bog’liqlik grafigi.

Avtosamosval kuzovidan yuk tushirishda kuzovni rezina qoplamasiz va qoplamali holatidagi kuchlanganlikning vaqtga bog’liqlik grafigi 7-rasmda keltirilgan bo‘lib, unda kuzov qoplamasiz holda maksimal 0.13 Mpa gacha borib qarayib 7-8 c davomida sunishi aks etgan. Rezina qoplama o‘rnatilgandan sung maksimal 0.05 Mpa ga yetib, 2 c davomida ichki sunish yuzaga kelmoqda. Bu esa boshlang’ich ichki zo‘riqmani 0.08 Mpa ga kamayishiga (61.5%), vaqt birligini esa 5 s ga kamayishiga (71.4%) olib keladi.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мариев П.А., Кулешов А.А., Егоров А.Н., Зырянов И.В. Карьерный автотранспорт стран СНГ В XXI веке, Санкт-Петербург: Наука 2006, -С 8-10
2. Мариев П.Л., Анистратов К.Ю. «БелАЗ» и современные тенденции развития карьерного автотранспорта // Горная промышленность. 2001, №6
3. Мариев П.А., Кулешов А.А., Егоров А.Н., Зырянов И.В. Карьерный автотранспорт состояние и перспективы, Санкт-Петербург: Наука 2004, -С 88102
4. Василев М.В., Сироткин З.Л., Смирнов В.П. Автомобильный транспорт карьеров, Недра: Москва 1973, 165-173С
5. Егоров А.Н. Совершенствование конструкции самосвалов БелАЗ// Горный журнал 2004. Спецвыпуск
6. Егоров А.Н. Перспектива развития конструкций карьерных автосамосвалов «БелАЗ» // Энергосбережение на карьерном автомобильном транспорте. Екатеринбург, 2003
7. Кулешов, А.А. Теоретические основы высокоэффективной эксплуатации мощных систем карьерного автотранспорта: дис. … д-ра техн. наук/ А.А. Кулешов. – М.: Изд-во МГИ, 1982. – 298 с.

ISSN 3030-3907

8. Зырянов И.В. Повышение эффективности систем карьерного автотранспорта в экстремальных условиях эксплуатации. /Зырянов И.В./ Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по-специальности 05.05.06 «горные машины». Санкт-Петербург 2006 - 378 с.
9. Смирнов В.П. Обоснование и оптимизация параметров технологического автомобильного транспорта рудных карьеров: Дис. докт. техн. наук. Новосибирск, 1990. - 298 с.
10. Gaffarov A.A., Atakulov L. N., Haydarov Sh.H. Karyer avtosamosvallarigagorizontal tekislikda ekspluatatsiyajarayonidata`sir etuvchi kuchlar nazariyasi. //https://scientific-jl.org 51-son_3-to'plam_Dekabr-2024
11. Gaffarov A. A. , Atakulov L.N. , Qahharov O. O.. Konchilik sanoatida og'ir yuk tashuvchi avtosamosvallarga qo'shimcha havo filtrlari o'rnatish orqali hosil bo'ladigan bosimlar tahlili. // Development of science 2025/5 C -100-109
12. Gaffarov A.A., Atakulov L. N., Suleymanova M. B. , Ismatov A. A. Konchilik sanoatida og'ir yuk tashuvchi avtosamosvallarning havo filtrlarining ishlash muddatlariga ta'sir etuvchi omillar. // Development of science 2025/5 C -110-115
13. Gaffarov A. A. Increasing The Efficiency of Operating Parameters of Auto-Somosvals. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 12, Issue 5, May 2025

ISSN 3030-3907