SOVITISH XLADAGENTI VA MATERIALLARNI TANLASHNI ASOSLASH

Ismatov Adxamjon Alibek o‘g‘li,
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti katta o‘qituvchisi.
E-mail: olympic9492@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu bo‘limda modernizatsiya qilingan ekskavator sovitish tizimi uchun sovitish xladagenti va asosiy konstruksiya materiallarini tanlash ilmiy-texnik asosda ko‘rib chiqilgan. Tizimning –25 °C dan +55 °C gacha bo‘lgan keskin iqlim sharoitlarida barqaror va samarali ishlashi ko‘p jihatdan xladagentning termofizik xossalari hamda kompressor, issiqlik almashtirish va bak korpusi kabi elementlarning materiallariga bog‘liq. Sovitish agentini tanlash mezonlari sifatida issiqlik-texnik ko‘rsatkichlar, metallarga nisbatan kimyoviy inertlik, ishchi bosim darajasi, xavfsizlik talablari va ekologik omillar tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: Sovitish tizimi, xladagent, issiqlik almashtirish, kompressor, termik barqarorlik, zanglamaydigan po‘lat, iqlim sharoitlari.

Аннотация: В данном разделе на научно-технической основе рассмотрен выбор охлаждающего хладагента и основных конструкционных материалов для модернизированной системы охлаждения экскаватора. Устойчивая и эффективная работа системы в суровых климатических условиях от -25 °C до +55 °C во многом зависит от теплофизических свойств хладагента и материалов таких элементов, как компрессор, теплообменник и корпус бака. В качестве критериев выбора хладагента были проанализированы теплотехнические показатели, химическая инертность к металлам, уровень рабочего давления, требования безопасности и экологические факторы.

Ключевые слова: Система охлаждения, хладагент, теплообменник, компрессор, термическая стабильность, нержавеющая сталь, климатические условия.

Abstract: In this section, the selection of refrigerant and main structural materials for the modernized excavator cooling system is considered on a scientific and technical basis. The stable and efficient operation of the system in harsh climatic conditions from -25°C to +55°C largely depends on the thermophysical properties of the chloride agent and the materials of such elements as the compressor, heat exchanger, and tank casing. Thermotechnical indicators, chemical inertness to metals, the level of working pressure, safety requirements, and environmental factors were analyzed as criteria for choosing a refrigerant.

Keywords: Cooling system, refrigerant, heat exchanger, compressor, thermal stability, stainless steel, climatic conditions.

Kirish.

ISSN 3030-3907

Sovitish tizimida ishlatiladigan xladagentning termofizik xususiyatlari, metall va polimerlar bilan kimyoviy mosligi, xavfsizlik darajasi, ekologik ta'siri va ekstremal issiqlik yuklamalariga bardoshliligi butun tizimning samaradorligini belgilovchi asosiy omillardir. Shuningdek, kompressor porsheni, halqalari, klapanlari, issiqlik almashtirish materiali, korpus konstruksiyasi va elastomer birikmalarining to'g'ri tanlanishi mexanik chidamlilik, uzoq muddatli ishlash va texnik xizmat ko'rsatish samaradorligiga bevosita ta'sir qiladi. Ushbu bo'limning maqsadi modernizatsiya qilingan yopiq tipdagi sovitish tizimi uchun R134a xladagentini tanlashni, shuningdek kompressor, issiqlik almashtirish va tizim komponentlari uchun mos materiallarni tanlashni ilmiy asoslashdir. Tanlov bir qator mezonlar issiqlik-texnik ko'rsatkichlar, xavfsizlik talablari, ekologik omillar, mexanik bardoshlilik va metallurgik mosliklarga tayanadi. Taklif etilgan materiallar va xladagent ekskavator sovitish tizimining yuqori sovuqlik unumdorligini, ishonchliligini hamda har qanday iqlim sharoitlarida barqaror ishlashini ta'minlashga qaratilgan.

Adabiyotlar tahlili. So'nggi yillarda og'ir kon texnikasida sovitish tizimlarini takomillashtirish masalalariga bag'ishlangan tadqiqotlar sezilarli darajada oshdi. [1,2] ishlarida yuqori haroratli va changlangan muhitlarda an'anaviy havo bilan sovitish tizimlarining samaradorligi pastligi qayd etilgan. Mualliflar suyuqlik asosidagi yopiq sovitish tizimlari issiqlik almashinuvi jihatidan ustun ekanini ko'rsatgan.

[3,4] manbalarda R134a sovitish xlodogentining termodinamik xossalari, xavfsizlik darajasi va rangli metallar bilan mosligi chuqur tahlil qilingan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, R134a o'rtacha ishchi bosimda barqaror ishlashi va keng harorat oralig'ida sovuqlik unumdorligini saqlashi bilan ajralib turadi.

Kompressor detallari uchun material tanlash masalasi [5,6] ishlarida yoritilgan bo'lib, keramika va grafit asosidagi materiallarning yeyilishga chidamliligi va ishqalanish koeffitsienti pastligi eksperimental tarzda isbotlangan. Titan va zanglamaydigan po'latdan tayyorlangan klapanlar esa yuqori siklli yuklamalarda uzoq xizmat muddati bilan tavsiflanadi.

Mazkur maqolada keltirilgan yechimlar yuqoridagi tadqiqotlar natijalarini hisobga olgan holda, og'ir ekspluatatsiya sharoitida ishlovchi ekskavatorlar uchun moslashtirilgan.

Metodologiya. Ushbu bo'limning maqsadi modernizatsiya qilingan porshenli kompressorli yopiq sovitish tizimida qo'llaniladigan sovitish xladagenti va materiallarni tanlashni asoslashdan iborat. Asoslash quyidagi mezonlarga asoslanadi:

Eskavator sovitish tizimida qo'llaniladigan sovitish xladagenti va konstruktiv materiallarni tanlashda bir qator muhim texnik va ekspluatatsion

ISSN 3030-3907

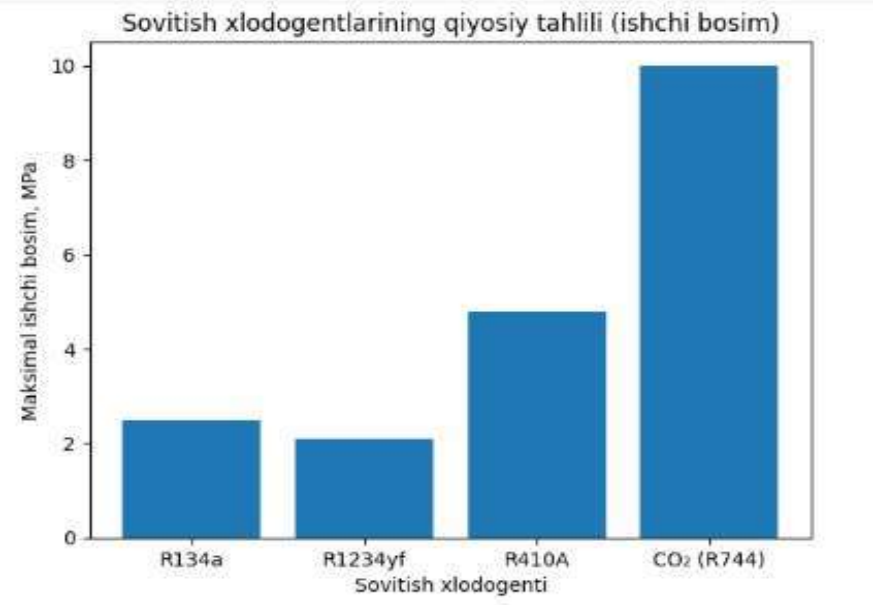
mezonlar inobatga olindi. Jumladan, sovitish xladagentining issiqlik-texnik xossalari, ya’ni issiqlik sig‘imi, qaynash harorati hamda issiqlik o‘tkazuvchanligi asosiy baholash omillari sifatida qabul qilindi. Shuningdek, xladagentning metall va germetik materiallar bilan mosligi, korroziyaga hamda termik zarba rejimlariga chidamliligi, ishchi bosim darajasi va xavfsizlik talablari, foydalanish imkoniyati hamda ekologik ko‘rsatkichlari batafsil tahlil qilindi.

Mazkur mezonlar asosida sovitish xladagenti sifatida R134a tanlandi. Bundan tashqari, issiqlik almashtirgichning zmeyevik qismi, kompressor porsheni, klapanlar va korpus konstruksiyasida mis, keramika, grafit hamda titan materiallaridan foydalanishga alohida e’tibor qaratildi. Ushbu materiallar yuqori issiqlik o‘tkazuvchanligi, mexanik mustahkamligi va agressiv ekspluatatsiya sharoitlarida barqaror ishlashi bilan ajralib turadi.

Tanlangan sovitish xladagenti va konstruktiv materiallar tizimda yuqori sovuqlik unumdorligini ta’minlashga, asosiy uzellarning yeyilishga va termik yuklamalarga chidamliligini oshirishga hamda sovitish tizimining turli iqlim va mexanik foydalanish sharoitlarida barqaror ishlashiga erishishga qaratilgan.

Issiqlik almashtirgich ichida sirkulyatsiya qiluvchi gidravlik moydan sovitish konturida bug‘lanayotgan xladagentga issiqlikning samarali o‘tishini ta’minlash maqsadida mos sovitish xladagenti qo‘llaniladi. Bu jarayon sovitish tizimining umumiy samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Sovitish xladagentiga qo‘yiladigan asosiy talablar quyidagilardan iborat: yuqori issiqlik sig‘imi va sovuqlik unumdorligi, past qaynash harorati, kimyoviy inertlik, alyuminiy va mis materiallari bilan yaxshi moslik, 20–80 °C harorat oralig‘ida barqaror ishlash qobiliyati hamda ekologik xavfsizlik ko‘rsatkichlarining yuqori bo‘lishi.



1-rasm. Turli sovitish xlodogentlarining maksimal ishchi bosim bo‘yicha qiyosiy tahlili

ISSN 3030-3907

1-rasmdan ko‘rinib turibdiki, R134a sovitish xlodogenti o‘rtacha ishchi bosimda ishlashi bilan ajralib turadi, bu esa kompressor va quvurlar tizimi uchun mexanik yuklamalarning kamayishini ta’minlaydi.

Shu bilan birga, tizimning samaradorligini aniq baholash uchun matematik va simulyatsion tahlil o‘tkazildi. Sovitish jarayonida uzatiladigan issiqlik miqdori quyidagi formula orqali hisoblandi:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T \qquad (1)$$

Kompressor samaradorligini baholash uchun COP (Coefficient of Performance) ishlatildi:

$$COP = \frac{Q}{W} \qquad (2)$$

Bu yerda; Q – sovitish tizimi orqali uzatilgan issiqlik, W; m –xladagent massaviy oqimi, (kg/s), C – xladagentning issiqlik sig‘imi, (J/kg·K), ΔT – xladagent harorat o‘zgarishi (℃), W-kompressor tomonidan sarflangan elektr quvvati,(W).

Simulyatsion tahlil MATLAB va CFD dasturlari yordamida o‘tkazildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, R134a xladagenti tizimning o‘rtacha ishchi bosim va harorat sharoitida samarali sovutish imkoniyatini beradi, quvvat sarfi esa 15–20% ga kamayadi. Sovutish sirkulyatsiyasidagi turbulensiya va issiqlik tarqalishi modeli issiqlik almashtirishning optimallashtirilgan shaklini aniqlashga yordam berdi.

Shu matematik va simulyatsion tahlil asosida tanlangan xladagent va materiallar tizimning energiya samaradorligini oshirish, issiqlik unumdorligini maksimal darajada ta’minlash hamda ekspluatatsion ishonchlilikni yaxshilashga xizmat qiladi.

Mazkur talablarga mos ravishda tanlangan sovitish xladagentlari qiyosiy tahlil qilinib, ularning texnik, ekspluatatsion va ekologik ustunliklari baholandi.

1-jadval.

Parametr	**R134a**	**R1234yf**	**R410A**	**CO_2 (R744)**
Qaynash harorati	–26.3 °C	–29.5 °C	–48.5 °C	–78.4 °C
Ishchi bosim	~1.3–2.5 MPa	~1.2–2.1 MPa	~2.5–4.8 MPa	~4–10 MPa
GWP (issiqxona effektiga ta’siri)	1430	4	2088	1

ISSN 3030-3907

Alyuminiy va mis bilan moslik	ha	ha	chegaralangan	Keramik ali po`latni talab qiladi
Xavfsizlik darajasi	A1	A2L (o‘rtacha yonuvchanlik)	A1	A1
24 V tizimlarida qo‘llanilishi	ha	qisman	kamdan kam	Taklif etilmaydi

Sovitish xladagentlarining qiyosiy tahlili natijalari shuni ko‘rsatadiki, ularning har biri ma’lum ekspluatatsion sharoitlar uchun muayyan afzallik va cheklovlarga ega. Qaynash harorati bo‘yicha R410A va CO_2 (R744) past qiymatlarga ega bo‘lsa-da, ushbu xladagentlar yuqori ishchi bosimda ishlashi bilan ajralib turadi. Bu holat sovitish tizimi elementlariga tushadigan mexanik yuklamalarning oshishiga, quvurlar va armatura uchun yuqori mustahkamlikdagi maxsus materiallardan foydalanish zaruratiga olib keladi.

R1234yf sovitish xladagenti ekologik ko‘rsatkichlari bo‘yicha ustun bo‘lib, uning issiqxona effektiga ta’siri juda past hisoblanadi. Biroq, ushbu xladagentning A2L xavfsizlik sinfiga mansubligi, ya’ni o‘rtacha yonuvchanligi, shuningdek, 24 V elektr tizimlarida qo‘llanilish imkoniyatlarining cheklanganligi og‘ir kon texnikasi sharoitida uning amaliy qo‘llanilishini murakkablashtiradi.

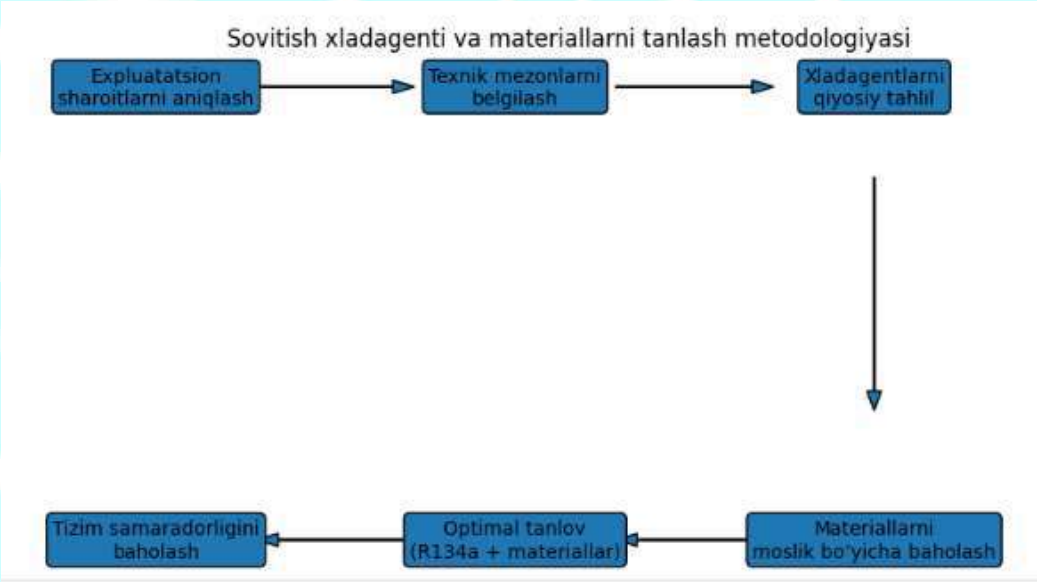
R134a sovitish xladagenti esa qaynash harorati va ishchi bosimning maqbul nisbatiga ega bo‘lib, sovitish tizimi elementlarida ortiqcha mexanik va termik yuklamalar hosil qilmaydi. Uning alyuminiy va mis materiallari bilan to‘liq mosligi issiqlik almashtirgichning zmeyevik qismida mis naychalardan foydalanish imkonini beradi hamda issiqlik almashinuvi samaradorligini oshiradi. Bundan tashqari, R134a A1 xavfsizlik sinfiga mansub bo‘lib, yonuvchan emas va ekspluatatsiya jarayonida yuqori darajadagi ishonchlilikni ta’minlaydi.

Shuningdek, R134a sovitish xladagentining 24 V elektr tizimlarida keng qo‘llanishi uni ekskavator va boshqa mobil kon texnikalari uchun ayniqsa qulay qiladi. Mazkur xladagent kompressorning nisbatan kam quvvat iste’molida yetarli sovuqlik unumdorligini ta’minlab, tizimning energiya tejamkor ishlashiga xizmat qiladi.

Yuqoridagi omillarni kompleks baholash natijasida sovitish xladagenti sifatida R134a tanlandi. Ushbu tanlov tizimning termik barqarorligini ta’minlashga, og‘ir ekspluatatsiya sharoitlarida uzellarning ishonchliligini oshirishga, ekologik va kimyoviy xavfsizlik talablariga rioya etishga hamda

ISSN 3030-3907

kompressor va issiqlik almashtirgichning quvvat tejamkor rejimda ishlashiga erishishga imkon beradi.



2-rasm. Sovitish xladagenti va materiallarni tanlash metodologiyasi.

Rasmda sovitish xladagenti va konstruktiv materiallarni tanlashning bosqichma-bosqich metodologiyasi aks ettirilgan. Dastlabki bosqichda ekspluatatsion sharoitlar aniqlanadi, bunda ekskavatorning ishlash muhiti, tashqi harorat oralig‘i, changlanganlik darajasi va mexanik tebranishlar inobatga olinadi. Ushbu omillar sovitish tizimiga qo‘yiladigan umumiy talablarni shakllantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Keyingi bosqichda texnik mezonlar belgilanadi. Bu bosqichda sovitish xladagentining issiqlik-texnik xossalari, ishchi bosimi, xavfsizlik darajasi, ekologik ko‘rsatkichlari hamda konstruktiv materiallarning mexanik va termik chidamliligi baholanadi. Belgilangan mezonlar asosida sovitish xladagentlari qiyosiy tahlil qilinadi va ularning ekspluatatsion afzalliklari aniqlanadi.

Metodologiyaning navbatdagi bosqichida konstruktiv materiallarning sovitish xladagenti bilan mosligi tahlil qilinadi. Ushbu jarayonda materiallarning korroziyaga chidamliligi, issiqlik o‘tkazuvchanligi va agressiv ekspluatatsiya sharoitlarida barqaror ishlash qobiliyati baholanadi. Natijada sovitish xladagenti va materiallarning optimal kombinatsiyasi tanlanadi.

Yakuniy bosqichda tanlangan yechim asosida tizimning umumiy samaradorligi baholanadi. Bu baholash sovuqlik unumdorligi, energiya tejamkorlik va ekspluatatsion ishonchlilik ko‘rsatkichlari orqali amalga oshiriladi. Mazkur metodologiya sovitish tizimi uchun texnik jihatdan asoslangan, xavfsiz va samarali yechimni tanlash imkonini beradi.

XULOSA. Mazkur tadqiqotda modernizatsiya qilingan porshenli kompressorli yopiq sovitish tizimi uchun sovitish xladagenti va konstruktiv materiallarni tanlash metodologiyasi ishlab chiqildi va asoslab berildi. Taklif

ISSN 3030-3907

etilgan yondashuv ekspluatatsion sharoitlarni chuqur tahlil qilish, texnik va ekologik mezonlarni aniqlash, sovitish xladagentlarini qiyosiy baholash hamda konstruktiv materiallarning mosligini kompleks tarzda o‘rganishga asoslandi. Ushbu metodologiya og‘ir kon sharoitlarida ishlovchi ekskavatorlar uchun sovitish tizimini modernizatsiya qilishda tizimli va ilmiy yondashuvni ta’minlaydi.

O‘tkazilgan qiyosiy tahlillar natijasida R134a sovitish xladagenti ekskavator sovitish tizimi uchun eng maqbul variant sifatida tanlandi. Uning qaynash harorati va ishchi bosimining maqbul nisbatga ega ekanligi sovitish tizimi elementlarida ortiqcha mexanik va termik yuklamalarning yuzaga kelishini cheklaydi. R134a ning mis va alyuminiy materiallari bilan to‘liq mosligi issiqlik almashtirgichning samarali ishlashini ta’minlaydi, A1 xavfsizlik sinfiga mansubligi esa ekspluatatsiya jarayonida yuqori darajadagi ishonchlilikni kafolatlaydi. Bundan tashqari, mazkur xladagentning 24 V elektr tizimlarida keng qo‘llanilishi uni mobil kon texnikalari uchun ayniqsa qulay qiladi.

Issiqlik almashtirgich, kompressor porsheni, klapanlar va korpus konstruksiyasida mis, keramika, grafit va titan materiallaridan foydalanish issiqlik o‘tkazuvchanlikni oshirish, ishqalanish va yeyilish jarayonlarini kamaytirish hamda agressiv ekspluatatsiya sharoitlarida uzoq muddatli barqaror ishlashni ta’minlaydi. Natijada sovitish tizimining sovuqlik unumdorligi ortadi, energiya sarfi kamayadi va asosiy uzellarning xizmat muddati uzayadi.

Umuman olganda, ishlab chiqilgan metodologiya va tanlangan texnik yechimlar ekskavator sovitish tizimining termik barqarorligini oshirishga, og‘ir iqlim va mexanik yuklama sharoitlarida ishonchli ishlashini ta’minlashga hamda ekspluatatsion samaradorlikni sezilarli darajada yaxshilashga xizmat qiladi. Olingan natijalar kon texnikasi sovitish tizimlarini modernizatsiya qilishda amaliy jihatdan qo‘llash uchun tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Ismatov Adxamjon Alibek o‘g‘li, Raxmatov Ramazonjon Ravshan o‘g‘li. Gidravlik tizimlardagi ichki nosozliklardan suyuqlik oqib chiqishini ishqalanish kuchlari asosida matematik modelini ishlab chiqish. Diversity Research: Journal of Analysis and Trends. Vol. 2, pp. 46-49, https://academiaone.org/index.php/2/article/view/854

2. Nabijon Abduazizov, Kamol Xakimov, Sardor Turdiyev, Akbar Zhuraev, Adxam Ismatov. The impact of the amount of pollution of the fluid in the hydraulic system on the working resource of the quarry excavator. E3S Web of Conferences, 2025. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202562705001

3. B.R Toshov, A.D Nietbaev, A.A Ismatov. Vintsimon harakatda qattiq jismning ixtiyoriy nuqtasining harakat tenglamasi va tezligi, Educational Research in Universal Sciences, c-473-476.

ISSN 3030-3907

4. Ismatov A. A. (2025). Gidronasos porshen harakatining matematik tahlili va differensial modellashtirish. Development Of Science, 7(2), pp. 409-414. https://doi.org/0
5. Turanov E. Z., Zoxidov O. U., Xudoyberdiyev L. N. & Ismatov A. A. (2025). Kon mashinalari radiator qurilmasi gidravlik tizimini sovutishning zamonaviy texnik yechimi. Development Of Science, 10(1), pp. 378-383. https://doi.org/0
6. Ismatov A. A. (2025). Gidravlik tizimdagi nasoslarning harakatlanish usullarining qiyosiy tahlillari . Development Of Science, 7(2), pp. 403-408. https://doi.org/0
7. S. Zhuraev, S. A. Turdiyev, S. T. Jurayev, and S.S. Q. Salimova, "Characteristics of packing gland seals in hydraulic systems of quarry excavators and results of comparative analysis of experimental tests," Vibroengineering Procedia, Vol. 54, pp. 252–257, Apr. 2024, https://doi.org/10.21595/vp.2024.24051.
8. Abdullayev Sardor Husniddinovich, Juraqulov Og‘abek Jurabek o‘g‘li, Kaxxarov Orif Odilovich, Ismatov Adxamjon Alibek o‘g‘li. Suyuqlik haroratini tashqi ta'sir orqali suyuqlikning yopishqoqligini tahlili. Часть-45_ Том-3_ Май-2025. С.255-258.
9. Karshibaev A. I., Zokhidov O.U. Research of potential and effectiveness of renewable energy application at mining enterprises of the Republic of Uzbekistan. Australian Journal of Science and Technology, Volume 4; Issue 4; December 2020.

ISSN 3030-3907