GIDRAVLI TIZIMLARDAGI ISHCHI SUYUQLIKNI TOZALASH UCHUN FILTR QURILMASINI ISHLAB CHIQISH ASOSIDA UNING TEXNIK KO‘RSATKICHLARINI TADQIQOT QILISH

Jurayev Akbar Shavkatovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti
Turdiyev Sardorjon Abdumuminovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti
Niyetbayev Arslanbek Dauletbay o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti doktoranti
Toshmurodov Eldor Shuhrat o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti magistranti

Annotatsiya. Maqolada ochiq konlarda faoliyat yurituvchi gidravlik uskunalarning ishonchliligiga bevosita ta’sir qiluvchi asosiy omillardan biri — gidravlik ishchi suyuqliklarning ifloslanish jarayoni — chuqur ilmiy tahlil qilingan. Kon hududining yuqori darajadagi changlanishi gidravlik tizim elementlarida abraziv yeyilishni tezlashtiradi, natijada uskunalarning xizmat muddati qisqaradi va ulardan foydalanish xarajatlari ortadi. Ushbu muammoni bartaraf etish maqsadida tarkibida bikarbonat ammoniy, poliorganosiloksan, akril emulsiyasi hamda kopolimerlar mavjud bo‘lgan yangi avlod g‘ovakli filtr materiali ishlab chiqildi. Tajriba-sinovlar gidravlik moydan foydalanilgan holda bajarilib, filtrning g‘ovaklik ko‘rsatkichi suyuqlikning o‘tish tezligi hamda mayda zarrachalarni ushlash samaradorligiga sezilarli ta’sir qilishi aniqlangan. Tadqiqotlar optimal g‘ovaklik 40 % atrofida bo‘lib, ushbu qiymat filtrlash jarayonining eng yuqori samaradorligini ta’minlashini ko‘rsatdi. Mazkur filtr materiali gidravlik tizimlarda ifloslanishni kamaytirish, ishchi elementlarning yeyilishini cheklash va uskunalar ishonchliligini oshirishda muhim amaliy ahamiyatga ega ekani bilan ajralib turadi.

Kalit so‘zlar: Gidravlik tizim, g‘ovakli filtr, ishchi suyuqlik, abraziv yemirilish, filtrlash samaradorligi, g‘ovaklilik darajasi, gidronasos, ekspluatatsiya ishonchliligi, kon uskunalari, ifloslanish darajasi, filtr materiali, zarracha ushlash, texnik ko‘rsatkichlar, tajriba-sinov, optimal parametrlar.

Аннотация. В статье проведён научный анализ одного из ключевых факторов, влияющих на надёжность гидравлического оборудования, работающего в условиях открытых горных разработок, — загрязнение рабочей гидравлической жидкости. Повышенная запылённость карьерной среды приводит к интенсификации абразивного износа элементов гидравлической системы, что сокращает срок службы оборудования и увеличивает эксплуатационные затраты. Для устранения данной проблемы был разработан новый пористый фильтрующий материал, в состав которого входят бикарбонат аммония, полиорганосилоксан, акриловая эмульсия и

ISSN 3030-3907

сополимеры. Экспериментальные испытания, проведённые на основе гидравлического масла, показали, что величина пористости фильтра существенно влияет на скорость прохождения жидкости и эффективность удерживания частиц. Результаты исследования установили, что оптимальная пористость составляет 40 %, что обеспечивает максимальную эффективность фильтрации. Разработанный фильтр представляет значительную практическую ценность для снижения уровня загрязнения в гидравлических системах, защиты деталей и повышения эксплуатационной надёжности оборудования.

Ключевые слова: Гидравлическая система, пористый фильтр, рабочая жидкость, абразивный износ, эффективность фильтрации, степень пористости, гидронасос, эксплуатационная надежность, горное оборудование, степень загрязнения, материал фильтра, улавливание частиц, технические характеристики, эксперимент, оптимальные параметры.

Abstract. The article presents a scientific analysis of one of the key factors affecting the reliability of hydraulic equipment operating in open-pit mining conditions — the contamination of hydraulic working fluids. The high dust concentration in the mining environment intensifies abrasive wear of hydraulic system components, which leads to a reduction in equipment service life and an increase in operating costs. To address this issue, a new porous filter material was developed, consisting of ammonium bicarbonate, polyorganosiloxane, acrylic emulsion, and copolymers. Experimental tests conducted using hydraulic oil revealed that the porosity level of the filter significantly influences both the fluid flow rate and the particle-retention efficiency. The results showed that the optimal porosity is 40 %, providing the highest filtration efficiency. The developed filter has substantial practical significance for reducing contamination in hydraulic systems, protecting components from wear, and improving the operational reliability of equipment.

Keywords: Hydraulic system, porous filter, working fluid, abrasive wear, filtration efficiency, porosity level, hydraulic pump, operational reliability, mining equipment, pollution level, filter material, particle capture, technical indicators, experiment, optimal parameters.

Kirish.

Foydali qazilmalarni ochiq usulda qazib olish jarayoni ishonchli ishlaydigan kon mashina va mexanizmlari majmuasiz samarali tashkil etilishi mumkin emas. Ochiq konlar sharoitida yuqori darajadagi changlanish va ifloslanish kon texnikasining ishlash barqarorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatib, ularning ishonchliligini pasaytiradi. Shu bois konchilik sanoati oldida kon uskunalarining barqaror va

ISSN 3030-3907

tejamkor ishlashini ta’minlay oladigan, texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini kamaytiruvchi yangi texnik yechimlarni yaratish dolzarb vazifa sifatida turadi.

Karer sharoitida qo‘llaniladigan gidravlik uskunalarning barqaror ishlashi ko‘p jihatdan ularning gidravlik tizimining holatiga bog‘liq bo‘lib, mazkur tizimning samarali faoliyati butun uskunaning funksional ishonchliligini ta’minlaydi.

Gidravlik tizimning texnik-parametrik ko‘rsatkichlari unda ishlatiladigan gidravlik ishchi suyuqliklarning tozaligi darajasiga bevosita bog‘liq. Ishchi suyuqlikning ifloslanishi gidravlik elementlarning intensiv abraziv yeyilishiga olib keladi. Bundan tashqari, gidroyuritma tirqishlarida joylashgan ishqalanish juftliklarining abraziv yemirilishi natijasida tirqishlarning kengayishi kuzatiladi. Ushbu jarayon gidravlik tizimda bosimning pasayishiga, natijada uskunaning texnik ko‘rsatkichlarining yomonlashishiga va ekspluatatsiya xarajatlarining oshishiga sabab bo‘ladi. [1-3].

Gidravlik tizimdagi aksariyat nosozliklar ishchi suyuqlikning ifloslanganligi sababli yuzaga keladi. Ishchi suyuqliklar transportirovka vaqtida, ularni noto‘g‘ri saqlash tufayli, uskunaga quyishda va ularni ekspluatatsiyasi davomida ifloslanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Gidravlik ishchi suyuqlik tarkibida ifloslantiruvchi zarrachalar miqdorining ruxsat etilgan me’yorlardan oshib ketishi gidronasoslarning ishlash qobiliyatini qariyb 10 baravargacha, gidravlik elementlarning xizmat samaradorligini esa 8 baravargacha kamaytirishi mumkin. Shu bois konchilikda qo‘llaniladigan gidravlik uskunalarning barqaror va yuqori unumli ishlashini ta’minlashning asosiy shartlaridan biri — tizimda foydalaniladigan ishchi suyuqlikning yetarli darajada toza bo‘lishidir. Bunday tozalikka uskunaga moy quyish jarayonida ham, ekspluatatsiya davomida ham samarali filtrlash tizimlarini qo‘llash orqali erishiladi. [4-22].

Bundan kelib chiqadiki, gidravlik ishchi suyuqliklarning tozaligini ta’minlash uchun arzon va sifatli filtrlarni ishlab chiqish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi [6].

Gidravlik ishchi suyuqliklarning tozaligini ta’minlash orqali gidravlik yuritmalarning ishonchliligini oshirish mumkin, gidravlik ishchi suyuqliklarning tozaligini ta’minlash esa ishchi suyuqlikni idishlarga quyish, ularni transportirovka qilish, uskunalarga quyish va ekspluatatsiya jarayonida amalga oshirilishi zarur [7-11].

Hozirgi kunda gidravlik ishchi suyuqliklarni tozalash maqsadida bir necha turdagi filtrlar qo‘llaniladi. Tozalash prinsipi bo‘yicha ular moyni yirik o‘lchamdagi iflos zarrachalardan ajratib oluvchi dag‘al filtrlarga, mayda zarrachalarni ushlab qoluvchi nozik tozalash filtrlariga hamda aralashmalarni cho‘ktirish yo‘li bilan ajratuvchi tindirgichlarga bo‘linadi.

ISSN 3030-3907

Gidravlik ishchi suyuqliklar uchun mo‘ljallangan filtrlarning asosiy vazifasi — suyuqlik tarkibidagi zararli zarrachalar miqdorini kamaytirish orqali uning optimal qovushqoqlik xususiyatlarini saqlashdir. Bu esa gidravlik tizim elementlarida kuyish jarayonlarining oldini olish, abraziv yeyilish intensivligini kamaytirish, ichki ishqalanish yuzalarida qotgan qatlamlar hosil bo‘lishining oldini olish, moylovchi moddalarning ishchi sifatlarini barqaror ushlab turish va ishqalanish koeffitsiyentini pasaytirishga xizmat qiladi. [12-22].

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Kon uskunalari gidravlik tizimi ishchi suyuqligining tozaligini va ish ko‘rsatkichlarini samarali ta’minlash maqsadida, maxsus tarkibli g‘ovakli filtr ishlab chiqildi.

Ishlab chiqilgan g‘ovakli filtr quyidagi bikarbonat ammoniy (NH_5CO_3), poliorganosiloksan (r_2SiO), akrilli emulsiya, sopolimerlar va vinilxloriddan tashkil tapgan.

G‘ovakli filtrni tayyorlash quyidagicha amalga oshirildi, bikarbonat ammoniy (NH_5CO_3), poliorganosiloksan (r_2SiO), akrilli emulsiya, sopolimerlar va vinilxlorid kerakli hajmda qorishtirilib, aralashma hosil qilindi. Tayyor bo‘lgan aralashmani 96°C haroratdagi suvga solinadi, so‘ng aralashma suv bilan reaksiyaga kirishadi va barbotaj jarayoni hosil bo‘ladi. Barbotaj jarayoni tugamaguncha aralashma suvda qoldiriladi.

Ishlab chiqilgan g‘ovakli filtrning tajriba-sinovlarini o‘tkazishdan qo‘yilgan asosiy maqsad, ushbu filtrlarning gidravlik ishchi suyuqliklarni tozalashda samarali qo‘llash mumkinligini hamda filtrning parametrlarini aniqlash hisoblanadi.

Bugungi kunga qadar bir qancha olimlar g‘ovakli filtrlar bilan bog‘liq masalalar ustida ish olib borishgan [10,11,12-22], ular tomonidan filtrdan suyuqlikning o‘tishi, filtr g‘ovaklilik miqdorining ifloslovchi zarrachalarni ushlab qolishini va g‘ovaklarning o‘lchamlari kattaligiga nisbatan berilgan kattalikdagi zarrachalarni ushlab qolishini aniqlash formulalari taklif etilgan. Biroq g‘ovakli filtrdan suyuqlikning o‘tishi davomida ushlab qolingan zarrachalarning miqdori va o‘lchamlari kattaliklarini aniqlash tajriba-sinov ishlarini o‘tkazishni talab etadi.

Tajriba-sinov ishlarini bajarishda quyidagi materiallar va asbob-uskunalardan foydalanildi:

– g‘ovaklarning hajmi 1 mkm dan 4 mkm gacha bo‘lgan, qalinligi 50 mm dan 90 mm gacha bo‘lgan g‘ovakli filtr namunalari;

–gidravlik ishchi suyuqlik (3088 motosoat ekspluatatsiya qilingan);

–gidravlik ishchi suyuqliklarning filtrlash stendi;

–raqamli mikroskop (DMX-4);

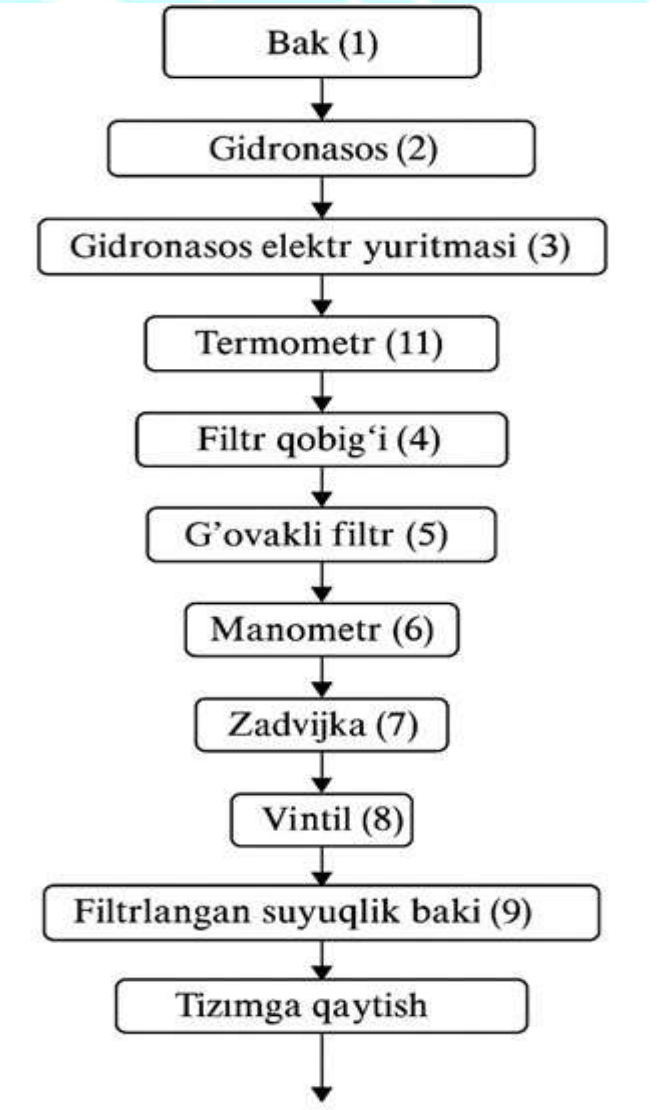
–mikrometr kalibrlash lineykasi;

–HR-300i markali elektron tarozi;

ISSN 3030-3907

– harorat, bosim va vaqtni o‘lchash asboblari.

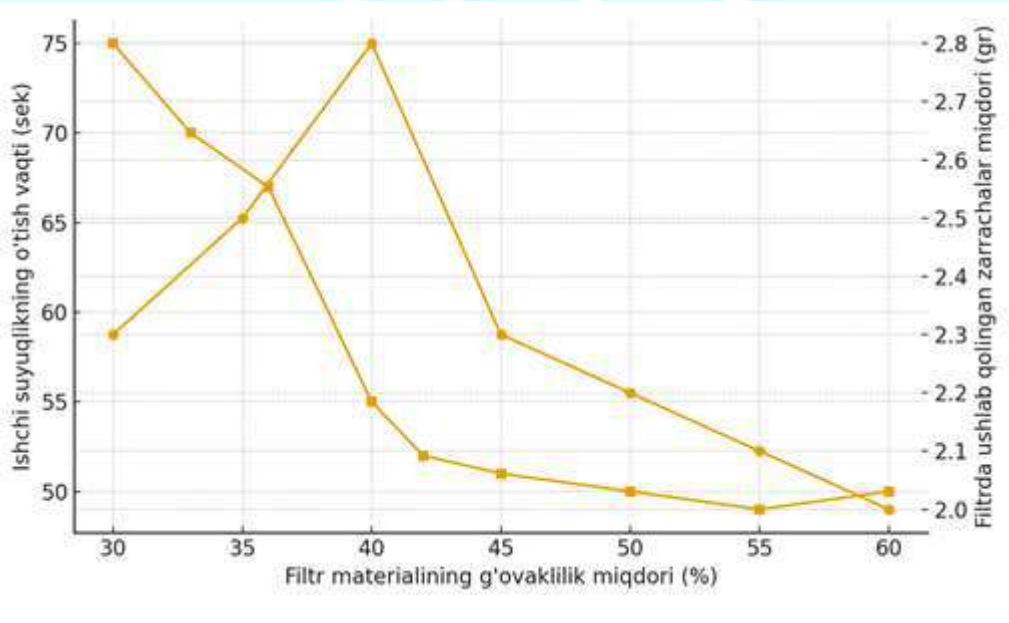
Tajriba-sinov uskunasining umumiy blok-sxemasi ko‘rinishi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Tajriba-sinov uskunasining blok-sxemasi

Tajriba-sinov ishlari natijalari asosida filtrdan ishchi suyuqlik o‘tish tezligining va filtrda ushlab qolinadigan zarrachalar miqdorining filtr materialining g‘ovaklilik miqdoriga bog‘liqligi o‘rnatildi, ushbu bog‘liqliklar 3- va 4- rasmlarda keltirilgan.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Filtrdan ishchi suyuqlik o‘tish vaqtining filtr materialining g‘ovaklilik miqdori va Filtrda ushlab qolingan zarrachalar miqdoriga bog‘liqlik grafigi

2-rasmlarda keltirilgan tajriba natijalari g‘ovakli filtr orqali ishchi suyuqlikning o‘tish tezligi filtr materiali g‘ovakligining qiymatiga sezilarli darajada bog‘liqligini ko‘rsatadi. Xususan, g‘ovaklik darajasi 45–60 % oraliqda bo‘lgan namunalarda suyuqlikning o‘rtacha o‘tish vaqti 50–55 sekund atrofida kuzatildi. G‘ovaklik ko‘rsatkichi 45 % dan pastga tushirilganda, har bir 5 % lik kamayish ishchi suyuqlikning o‘tish tezligini o‘rtacha 10–12 % ga pasaytirgani aniqlandi. Bu holat filtr tuzilmasining zichlashuvi sababli suyuqlik o‘tishi uchun qarshilik ortishi bilan izohlanadi.

Zarrachalarni ushlab qolish qobiliyati ham g‘ovaklik miqdoriga sezilarli darajada bog‘liq ekani aniqlangan. Eng yuqori natija g‘ovaklik 40 % bo‘lgan filtr namunasida qayd etilib, unda 2,8 grammgacha bo‘lgan ifloslantiruvchi zarrachalar ajratib olinadi. G‘ovaklik darajasi 50 % va 60 % ga teng bo‘lgan holatlarda filtrning zarracha ushlash ko‘rsatkichlari mos ravishda 2,2 gramm va 2,0 grammni tashkil etgan. Biroq g‘ovaklikning 30 % hamda 35 % bo‘lgan namunalarda zarracha ushlash miqdori mos ravishda 2,3 gramm va 2,5 gramm bo‘lgani qayd etildi. Mazkur natijalar filtrning haddan tashqari zichlashuvi o‘tish tezligini keskin kamaytirishi bilan birga, zarracha ushlash samaradorligiga ham ma’lum darajada ta’sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Yuqoridagidan kelib chiqib, shuni xulosa qilish mumkinki, gidravlik tizimlar ishchi suyuqliklarini tozalash uchun qo‘llaniladigan g‘ovakli filtrlarning optimal g‘ovaklilik miqdori 40% ni tashkil etadi. Bunda, filtrdagi ushlab qolingan ifloslovchi zarrachalar miqdori va gidravlik ishchi suyuqlikning filtrdan o‘tish tezligi bir-biriga mutanosib tushadi.

ISSN 3030-3907

Tajriba-sinov ishlarining so‘nggida g‘ovakli filtr tanasida ushlab qolingan ifloslovchi zarrachalar mikroskop va mikrometr kalibrlash leniykasi yordamida tadqiq qilindi, filtrda ushlab qolingan zarrachalarning miqdori esa HR-300i markali elektron tarozi yordamida aniqlandi.

3-rasmda 3088 moto-soat ekspluatatsiya qilingan gidravlik ishchi suyuqlikning ishlab chiqilgan g‘ovakli filtrdan tozalangan (3,a-rasm) va ishchi suyuqlikning ifloslangan holatidagi (3,b-rasm) namunalari fotosurati keltirilgan.



a – Ishlab chiqilgan g‘ovakli filtrdan o‘tkazilgan gidravlik ishchi suyuqlik;
b – gidravlik ekskavatorda qo‘llaniladigan gidravlik filtrdan o‘tkazilgan gidravlik ishchi suyuqlik

3-rasm. Gidravlik ishchi suyuqlik namunalari

Olib borilgan tadqiqotlar gidravlik tizimlarning samarali ishlashi uchun eng muhim omillardan biri — ishchi suyuqlikning yetarli darajada toza bo‘lishi ekanini yana bir bor tasdiqladi. Taklif etilgan g‘ovakli filtr tarkibiga kiruvchi komponentlar (bikarbonat ammoniy, poliorganosiloksan, akril emulsiyasi va kopolimerlar) gidravlik moydagi abraziv tabiatga ega zarrachalarni yuqori darajada ushlab qolish xususiyatiga ega ekani aniqlandi. Tajriba natijalari filtrning g‘ovaklilik darajasi suyuqlikning o‘tish tezligi va zarracha ushlash ko‘rsatkichlari bilan kuchli korrelyatsiyaga ega ekanini ko‘rsatdi. Eng maqbul natija 40 % g‘ovaklikda kuzatilib, bunda filtr 2,8 grammgacha bo‘lgan ifloslantiruvchini samarali ajratib oldi hamda suyuqlik oqimining barqarorligini ta’minladi. Olingan natijalar ishlab chiqilgan filtr materialining gidravlik tizimlar ishonchliligini oshirish, nosozliklar chastotasini kamaytirish va texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini qisqartirishda muhim amaliy ahamiyatga ega ekanini ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. P.A.Pobegailo et al 2021 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1023 012021 DOI 10.1088/1757-899X/1023/1/012021

2. Du, S.; Chen, H.; Ding, X.; Liao, Z.; Lu, X. Development of Dust Emission Prediction Model for Open-Pit Mines Based on SHPB Experiment and Image

ISSN 3030-3907

Recognition Method. Atmosphere 2024, 15, 1118. https://doi.org/10.3390/atmos15091118

3. Abduazizov, Nabijon, et al. "Analysis of the dependence of the hydraulic system training coefficient in quarry excavators on the concentration of contaminated particles in the working fluid." E3S Web of Conferences. Vol. 627. EDP Sciences, 2025. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202562705022

4. Rakhutin M.G., Giang Quoc Khanh, Krivenko A.E., Tran Van Hiep. Evaluation of the influence of the hydraulic fluid temperature on power loss of the mining hydraulic excavator. Journal of Mining Institute. 2023. Vol. 261, p. 374–383. https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/16193

5. Tkáč, Z.; Kosiba, J.; Skladaný, D.; Nagy, M.; Jablonický, J.; Tulík, J.; Čurgaliová, G.; Danis, S. Degradation Processes of Transmission–Hydraulic Fluid During an Operational Trial. Lubricants 2025, 13, 477. https://doi.org/10.3390/lubricants13110477

6. Salimova Shaxrizoda Sanjar kizi "RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE QUALITY OF THE WORKING FLUID ON THE EFFICIENCY OF THE HYDRAULIC SYSTEM". Web of Scientists and Scholars: Journal of Multidisciplinary Research, vol. 2, no. 2, Feb. 2024, pp. 82-87, https://webofjournals.com/index.php/12/article/view/830.

7. Novaković, B., Radovanović, L., Zuber, N., Radosav, D., Đorđević, L. & Kavalić, M. (2022). Analysis of the influence of hydraulic fluid quality on external gear pump performance. Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability, 24(2), 260–268. https://doi.org/10.17531/ein.2022.2.7

8. Deuster, S.; Schmitz, K. Bio-Based Hydraulic Fluids and the Influence of Hydraulic Oil Viscosity on the Efficiency of Mobile Machinery. Sustainability 2021, 13, 7570. https://doi.org/10.3390/su13147570

9. Burenin, V.V. Filters for purifying the working liquids in hydraulic machine tools. Russ. Engin. Res. 31, 918–921 (2011). https://doi.org/10.3103/S1068798X11090085

10. Werbinska-Wojciechowska, S.; Rogowski, R. Proactive Maintenance of Pump Systems Operating in the Mining Industry—A Systematic Review. Sensors 2025, 25, 2365. https://doi.org/10.3390/s25082365

11. Rîpă, I.C. & Popescu, D. Hydraulic Manifold Blocks Manufactured Using 3D Printing Technology. Bulletin of the Polytechnic Institute of Iași. Machine constructions Section, 70(4), 2024. 117-127. https://doi.org/10.2478/bipcm-2024-0025

12. Shavkatovich, Dzhuraev Akbar. "Development and use of a porous filter for cleaning hydraulic oil in a hydraulic system." ACADEMICIA: An International

ISSN 3030-3907

Multidisciplinary Research Journal 11.8 (2021): 347-360. DOI: 10.5958/2249-7137.2021.01821.8

13. asynchronous engine of large power fan settings for TPS. International journal of Advanced research in science, engineering and technology. Vol. 6, Issue 10 , October 2019

14. Zokhidov O.U., Khoshimov O.O., Khalilov Sh.Sh. Experimental analysis of microges installation for existing water flows in industrial plants. III International Conference on Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture (EESTE2023), E3S Web of Conferences. Том 463. Страницы 02023. 2023. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346302023

15. Zokhidov O.U., Khoshimov O.O., Sunnatov S.Z. Selection of the type and design of special water turbines based on the nominal parameters of Navoi mine metallurgical combine engineering structures. AIP Conf. Proc. 3331, 050022 (2025). https://doi.org/10.1063/5.0306554

16. A.I. Karshibaev, O.U. Zokhidov. Research of potential and effectiveness of renewable energy application at mining enterprises of the Republic of Uzbekistan. Australian Journal of Science and Technology, 2020/12.

17. О.У. Зохидов, Б.Х. Шомуродов - Илм-фан ва инновацион ривожланиш. СБШ-250МН бурғилаш дастгоҳи қурилмаларининг энергия самарадорлигини ошириш бўйича илмий таҳлил ва техник ечимлар. 2024 й. 7-том, 6-номер, 42-51 бет.

18. О.У. Зохидов, М.В. Меркулов. Исследование потенциала и эффективности применения возобновляемой энергии на горных предприятиях Республики Узбекистан. Новые идеи в науках о Земле, 2021. 57-61 стр.

19. Khamzaev, Akbar A; Toshov, Buri R; Nietbaev, Arislanbek D. Improvement of soft starter circuit for high-voltage and high-power asynchronous motors. International Conference on Mathematical and Statistical Physics, Computational Science, Education, and Communication (ICMSCE 2022)

20. Toshov, B.R. Khamzaev, A.A. Niyetbayev, A.D. Proceedings of SPIE-The International Society for Optical Engineering. 126162023

21. Rabatuly M., Myrzathan S.A., Toshov J.B., Nasimov J., Khamzaev A. Views on drilling effectiveness and sampling estimation for solid ore minerals. Комплексное Использование Минерального Сырья. №1(336), 2026. https://doi.org/10.31643/2026/6445.01

22. Toshov J.B., Rabatuly M., Khaydarov Sh., Kenetayeva A.A., Khamzayev A., Usmonov M., Zheldikbayeva A.T. Methods for Analysis and Improvement of Dynamic Loads on the Steel Wire Rope Holding the Boom of Steel Wire Rope

ISSN 3030-3907

Excavators. Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra = Complex Use of Mineral Resources 2026; 339(4):87-96 https://doi.org/10.31643/2026/6445.43

ISSN 3030-3907