VAGON-SISTERNALARNI TOZALASHDA QO‘LLANILAYOTGAN ALTERNATIV TEXNOLOGIYALARNI MEHNAT XAVFSIZLIGI NUQTAI NAZARIDAN BAHOLASH VA ULARNI TAKOMILLASHTIRISH YO‘LLARI

Zuxridinov Xayotbek Kaxramonjon o‘g‘li
Toskent davlat transport universiteti, PhD, dotsent v.b.
Email: hayotbek6868@mail.ru, tel: +998909008141
G‘aniyev Farruxbek Bobir o‘g‘li
Toskent davlat transport universiteti, mustaqil izlanuvchisi
Email: farruxbekganiyev@gmail.com , tel: +998941085696

Annotatsiya. *Mazkur maqolada vagon-sisternalarni tozalashning an’anaviy bug‘lab yuvish usuliga nisbatan qo‘llanilayotgan alternativ texnologiyalar mehnat xavfsizligi nuqtai nazaridan tanqidiy tahlil qilindi. Tadqiqot davomida yuqori bosimli suv, kimyoviy tozalash, kriogen tozalash va robotlashtirilgan tizimlarning xavfsizlik darajasi, samaradorligi hamda ishchilarga ta’siri baholandi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, ayrim alternativ usullar xavfsizlikni sezilarli darajada oshirsa-da, ular bilan bog‘liq yangi turdagi xavflar ham mavjud. Ushbu maqolada optimal va xavfsiz yondashuvlar bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan.*

Kalit so‘zlar: *vagon-sisterna, alternativ tozalash usullari, mehnat xavfsizligi, yuqori bosimli yuvish, kriogen tozalash, robotlashtirish.*

Аннотация. *В данной статье с точки зрения безопасности труда был проведен критический анализ альтернативных технологий, применяемых по сравнению с традиционным методом пропарки вагонов-цистерн. В ходе исследования были оценены уровень безопасности, эффективность и воздействие на работников систем высокого*

давления, химической очистки, криогенной очистки и роботизированных систем. Результаты показали, что, хотя некоторые альтернативные методы значительно повышают безопасность, существуют и связанные с ними новые виды рисков. В данной статье разработаны рекомендации по оптимальным и безопасным подходам.

Ключевые слова: *вагон-цистерна, альтернативные методы очистки, безопасность труда, мойка под высоким давлением, криогенная очистка, роботизация.*

Abstract. *This article provides a critical analysis of alternative technologies applied to the traditional steam washing method for cleaning tank cars from a labor-safety perspective. The study evaluated the safety level, efficiency, and impact on workers of high-pressure water, chemical cleaning, cryogenic cleaning, and robotic systems. The results showed that while some alternative methods significantly increase security, there are also new types of risks associated with them. This article develops recommendations for optimal and safe approaches.*

Keywords: *tank car, alternative cleaning methods, occupational safety, high-pressure washing, cryogenic cleaning, robotization.*

Kirish. Temir yo‘l transportida vagon-sisternalarni tozalash jarayoni yuk tashishdan keyingi muhim texnologik bosqich hisoblanadi. An’anaviy bug‘lab yuvish usuli keng qo‘llanilishiga qaramay, yuqori harorat, namlik va kimyoviy bug‘lar sababli ishchilar uchun xavfli hisoblanadi.

So‘nggi yillarda ishlab chiqarishda alternativ tozalash usullari – yuqori bosimli suv oqimi, kimyoviy reagentlar yordamida tozalash, kriogen (quruq muz bilan) tozalash va robotlashtirilgan tizimlar keng joriy etilmoqda. Ushbu texnologiyalar samaradorlikni oshirishi bilan birga, mehnat xavfsizligi nuqtai nazaridan turlicha ta’sir ko‘rsatadi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi – vagon-sisternalarni tozalashning alternativ usullarini mehnat xavfsizligi nuqtai nazaridan tanqidiy tahlil qilish va eng xavfsiz hamda samarali usullarni aniqlashdan iborat.

Mavzuning dolzarbligi. Vagon-sisternalarni tozalash usullari tahlil qilinganda, avvalo neft va neft mahsulotlarini tashish va saqlash jarayonida hosil bo‘ladigan cho‘kindi va qoldiqlarning xususiyatlarini hisobga olish lozim. Ilmiy manbalarda ta’kidlanishicha, neft mahsulotlari tarkibidagi mexanik qo‘shimchalar, qum, tuproq zarrachalari, og‘ir metall tuzlari, parafin va asfalten moddalar zichliklar farqi ta’sirida sisterna tubiga cho‘kadi va vaqt o‘tishi bilan qalin, jeleobraz massani hosil qiladi. Ushbu cho‘kindi nafaqat sisterna foydali hajmini kamaytiradi, balki keyingi tashish jarayonlarida mahsulot sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi hamda portlash va yong‘in xavfini oshiradi [1,9].

Shu sababli vagon-sisternalarni muntazam tozalash nafaqat texnologik talab, balki ishlab chiqarish xavfsizligini ta’minlashning ajralmas qismi hisoblanadi. Biroq amalda qo‘llanilayotgan tozalash usullari mehnat xavfsizligi nuqtai nazaridan bir xil darajada samarali emas.

Quruq tozalash usulida sisternadan qoldiq neft mahsulotlari to‘liq chiqarib tashlanadi, so‘ngra ventilyatsiya orqali gaz va bug‘lar chiqariladi hamda havo muhitidagi neft bug‘lari konsentratsiyasi maxsus asboblar yordamida nazorat qilinadi. Ushbu usulning afzal tomoni sifatida ishchi xodimlarning yuqori harorat ta’siriga kamroq duch kelishi qayd etiladi. Biroq ilmiy tadqiqotlarda ta’kidlanishicha, quruq tozalash jarayonida sisterna ichida qo‘lda bajariladigan ishlar ulushi yuqori bo‘lib qolmoqda. Bu esa ishchi xodimlarning yopiq hajmda uzoq vaqt bo‘lishiga, zaharli muhit ta’siriga duch kelishiga va mexanik jarohatlar xavfining ortishiga sabab bo‘ladi. Shu bois ushbu usul mehnat xavfsizligi nuqtai nazaridan cheklangan samaradorlikka ega deb baholanadi.

Nam tozalash usulida sisterna ichki yuzasi yuqori bosimli suv oqimi (290–490 kPa) yordamida yuviladi. Bu usul neft qoldiqlarini samarali ajratib olish imkonini bersa-da, ishchi xodimlar uchun qo‘shimcha xavf omillarini shakllantiradi. Xususan, yuqori namlik, sirpanuvchan yuzalar va suv-neft aralashmalarining hosil bo‘lishi tayanch-harakat apparati jarohatlari va ishlab chiqarishda baxtsiz hodisalar xavfini oshiradi. Ilmiy tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, nam tozalash jarayonida ishchi xodimlarning jismoniy zo‘riqishi yuqori bo‘lib, bu ularning tez charchashi va diqqatining pasayishiga olib keladi. Bu esa o‘z navbatida avariyaviy holatlar ehtimolini oshiradi [2,3].

Bug‘lab tozalash usuli esa asosan yuqori qovushqoqlikka ega neft mahsulotlari tashilgan vagon-sisternalarni tozalashda qo‘llaniladi. Yuqori haroratli bug‘ neft qoldiqlarini eritib, ularni sisterna devorlaridan ajratib olish imkonini beradi. Biroq ilmiy manbalarda ta’kidlanishicha, ushbu usul mehnat xavfsizligi nuqtai nazaridan eng xavfli texnologiyalar qatoriga kiradi. Chunki bug‘lab tozalash jarayonida ishchi xodimlar yuqori harorat, portlovchi gaz-havo aralashmalari va zaharli bug‘lar ta’sirida ishlaydi. Shuningdek, bug‘lab tozalash jarayonida ish joyidagi mikroklimat ko‘rsatkichlari sanitar-gigienik me’yorlardan sezilarli darajada og‘ishi qayd etilgan.

So‘nggi yillarda kimyoviy tozalash usullarini joriy etishga qiziqish ortib bormoqda. Ushbu usulda maxsus kimyoviy reagentlar yordamida neft qoldiqlari eritiladi va mexanik ta’sirsiz ajratib olinadi. Ilmiy tadqiqotlarga ko‘ra, kimyoviy tozalash usuli ishchi xodimlarning jismoniy mehnatini kamaytirish va sisterna ichida bo‘lish vaqtini qisqartirish imkonini beradi. Biroq kislotali va ishqoriy eritmalar bilan ishlash kimyoviy kuyishlar, nafas yo‘llari shikastlanishi va atrof-muhitga salbiy ta’sir xavfini keltirib chiqaradi. Shu sababli ushbu usul qo‘shimcha sanitar-gigienik va texnik muhofaza choralarini talab etadi [4].

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot quyidagi usullar asosida olib borildi:

- adabiyotlar tahlili – zamonaviy tozalash texnologiyalari o‘rganildi;
- texnologik taqqoslash – turli usullar samaradorligi va xavfsizligi solishtirildi;
- xavf tahlili – har bir usul uchun xavf darajasi baholandi;
- ekspert baholash – ishlab chiqarish mutaxassislari fikrlari o‘rganildi;
- gigiyenik tahlil – ish muhitiga ta’sir qiluvchi omillar aniqlanib baholandi.

Tahlil quyidagi usullar bo‘yicha olib borildi:

- bug‘lab yuvish (an’anaviy);
- yuqori bosimli suv bilan yuvish;
- kimyoviy tozalash;
- kriogen (quruq muz) tozalash;
- robotlashtirilgan tozalash tizimlari.

Yuqoridagi tahlil shuni ko‘rsatadiki, mavjud tozalash usullarining har biri muayyan texnologik samaradorlikka ega bo‘lsa-da, mehnat xavfsizligi nuqtai nazaridan ularning aksariyati yetarlicha takomillashtirilmagan [5]. Ko‘p hollarda asosiy e’tibor tozalash sifati va iqtisodiy samaradorlikka qaratilgan bo‘lib, ishchi xodimlar salomatligi va xavfsizligi ikkinchi darajali masala sifatida qaralgan.

Yuqorida ko‘rib chiqilgan alternativ tozalash usullari tahlili shuni ko‘rsatadiki, amalda ularni baholashda asosiy e’tibor tozalash samaradorligi va iqtisodiy ko‘rsatkichlarga qaratilgan bo‘lib, mehnat xavfsizligi ko‘p hollarda ikkinchi darajali mezon sifatida qaraladi. Biroq vagon-sisternalarni tozalash va texnik xizmat ko‘rsatish jarayonlarining o‘zi yuqori xavfli ishlab chiqarish

faoliyati turiga mansub ekanligini inobatga olganda, aynan mehnat xavfsizligi ushbu texnologiyalarni tanlashda asosiy baholash mezoni bo‘lishi lozim. Chunki ishchi xodimlarning yopiq hajmda, zaharli va portlovchi muhitda ishlashi bilan bog‘liq xavflar hatto yuqori tozalash samaradorligiga ega bo‘lgan texnologiyalarni ham amaliyot nuqtai nazaridan qabul qilib bo‘lmas darajaga olib kelishi mumkin. Shu sababli alternativ tozalash usullarini takomillashtirishda texnologik samaradorlik bilan bir qatorda ishchi ishtirokini minimallashtirish, xavfli omillarni manbada kamaytirish va inson omilini cheklash ustuvor vazifa sifatida qaralishi zarur [6].

Vagon-sisternalarni tozalash jarayonlarida qo‘llaniladigan texnik yuvuvchi vositalar tozalash samaradorligi bilan bir qatorda ishchi xodimlar mehnat sharoitlari xavfsizligiga ham bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Ilmiy manbalarda ta’kidlanishicha, yuvuvchi vositalar tarkibining kimyoviy xususiyatlari, ularning konsentratsiyasi hamda qo‘llash usuli ishchi xodimlar salomatligi uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega hisoblanadi. Shu sababli texnik yuvuvchi vositalarni faqat texnologik samaradorlik nuqtai nazaridan emas, balki mehnat xavfsizligi mezonlari asosida ham baholash zarur [7,8].

Amalda vagon-sisternalarni tozalashda asosan ishqoriy, kislotali, neytral hamda yuza-faol moddalar (YuFM) asosidagi texnik yuvuvchi vositalar qo‘llaniladi. Ishqoriy yuvuvchi vositalar neft mahsulotlari qoldiqlarini samarali yeritish xususiyatiga ega bo‘lib, parafin va asfalten moddalarni parchalashda yuqori natija beradi. Biroq ilmiy tadqiqotlarda qayd etilishicha, ishqoriy eritmalarning yuqori kimyoviy faolligi ishchi xodimlarning teri qoplamlari, ko‘z va nafas olish yo‘llariga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu vositalar bilan uzoq muddat ishlash kimyoviy kuyishlar, dermatit va allergik kasalliklar rivojlanishiga sabab bo‘lishi mumkin.

Kislotali yuvuvchi vositalar asosan korroziya mahsulotlarini, oksid qatlamlarini va qattiq cho‘kindini yeritish maqsadida qo‘llaniladi. Ilmiy

manbalarda ta’kidlanishicha, kislotali komponentlar metall yuzalarni tozalashda samarali bo‘lsa-da, ularning bug‘lari nafas olish tizimiga o‘ta xavfli hisoblanadi. Kislotali muhitda ishlash nafas yo‘llari shikastlanishi, ko‘z shilliq qavati zararlanishi va umumiy zaharlanish xavfini oshiradi. Shu sababli kislotali yuvuvchi vositalarni qo‘llash qo‘shimcha ventilyatsiya, qattiq nazorat va yuqori darajadagi muhofaza choralarini talab etadi [9].

Yuza-faol moddalar asosidagi texnik yuvuvchi vositalar neft mahsulotlarini emulsiyalash orqali ajratib olish imkonini beradi. Ilmiy tadqiqotlarda qayd etilishicha, YuFM qo‘llanilgan hollarda tozalash jarayonida yuqori harorat yoki kuchli ishqoriy muhit talab etilmaydi, bu esa mehnat xavfsizligi nuqtai nazaridan muayyan ustunlikka ega. Biroq ayrim YuFM turlarining uzoq muddat ta’siri allergik reaksiyalar, teri kasalliklari va nafas yo‘llari kasalliklarini keltirib chiqarishi mumkinligi qayd etilgan. Shu bois YuFM asosidagi yuvuvchi vositalarni tanlashda ularning toksikologik ko‘rsatkichlari alohida baholanishi lozim.

Neytral yuvuvchi vositalar ishchi xodimlar salomatligi uchun nisbatan kam xavfli hisoblanadi, ammo ularning tozalash samaradorligi ko‘p hollarda past bo‘lib, qattiq cho‘kindi va yuqori qovushqoq neft qoldiqlarini to‘liq bartaraf eta olmaydi. Bu esa tozalash jarayonini uzaytirishga, ishchi xodimlarning xavfli muhitda bo‘lish vaqti ortishiga olib keladi. Natijada mehnat xavfsizligiga bilvosita salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Ilmiy tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, amalda texnik yuvuvchi vositalarni tanlashda ko‘p hollarda iqtisodiy samaradorlik va tozalash sifati asosiy mezon sifatida qabul qilinib, ishchi xodimlar salomatligiga uzoq muddatli ta’sir yetarlicha hisobga olinmaydi. Yuvuvchi vositalarning toksikologik baholashi, sanitar-gigienik me’yorlarga muvofiqligi va ishchi organizmga ta’siri bo‘yicha kompleks tahlillar kam uchraydi [3].

Shuningdek, yuvuvchi vositalarni qo‘llash jarayonida dozalash tizimlarining kam darajada avtomatlashtirilganligi ishchi xodimlarning kimyoviy moddalar bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri aloqada bo‘lish xavfini oshiradi. Ilmiy manbalarda avtomatlashtirilgan dozalash va yopiq siklli yuvish tizimlarini joriy etish mehnat xavfsizligini oshirishning samarali yo‘li sifatida qayd etilgan bo‘lsa-da, ularni amaliyotga keng joriy etish masalasi yetarlicha o‘rganilmagan.

Yuqorida keltirilgan tahlil shuni ko‘rsatadiki, vagon-sisternalarni tozalashda qo‘llaniladigan texnik yuvuvchi vositalar va ularning komponentlari mehnat xavfsizligi nuqtai nazaridan yetarlicha chuqur va kompleks baholanmagan. Bu esa ishchi xodimlar salomatligini muhofaza qilishga qaratilgan zamonaviy, past zaharli va avtomatlashtirilgan yuvuvchi vositalarni ishlab chiqish va joriy etish zaruratini ilmiy jihatdan asoslab beradi. Texnik yuvuvchi vositalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, hozirgi vaqtga qadar ularni ishlab chiqish va joriy etishda asosiy e’tibor tozalash qobiliyati va iqtisodiy maqbullikka qaratilgan bo‘lib, past zaharlilik, sanitar-gigienik xavfsizlik va ishchi organizmga uzoq muddatli ta’sir masalalari yetarlicha chuqur o‘rganilmagan. Ayniqsa, yuvuvchi vositalarni avtomatlashtirilgan dozalash va yopiq texnologik sikllar orqali qo‘llash imkoniyatlari mavjud bo‘lsa-da, ularni temir yo‘l korxonalari sharoitiga moslashtirish bo‘yicha ilmiy asoslangan yechimlar yetarli emas. Natijada past zaharli, avtomatlashtirilgan va mehnat xavfsizligi talablariga to‘liq javob beradigan texnik yuvuvchi vositalar hanuzgacha ilmiy muammo sifatida saqlanib qolmoqda. Mazkur holat ushbu yo‘nalishda kompleks toksikologik, texnologik va tashkiliy tadqiqotlar o‘tkazish zaruratini asoslab beradi hamda dissertatsiyaning keyingi bo‘limlarida ishlab chiqiladigan texnik yechimlar uchun muhim ilmiy asos vazifasini bajaradi [6,8].

Natijalar va tahlillar. Mavzuni o‘rganish jarayonida quyidagi natijalarga to‘xtalib o‘tildi:

1. Yuqori bosimli suv bilan yuvish. *Afzalliklari:* harorat past bo‘lgani uchun issiqlik ta’siri kamayadi, kimyoviy moddalarga ehtiyoj kam bo‘ladi. *Kamchiliklari:* yuqori bosim tufayli jarohatlanish xavfi, suv sachrashi natijasida sirpanish ehtimoli

2. Kimyoviy tozalash. *Afzalliklari:* kuchli ifloslanishni samarali bartaraf etadi, tezkor natija beradi. *Kamchiliklari:* zaharli bug‘lar hosil bo‘ladi, ishchilar uchun kimyoviy xavf yuqori.

3. Kriogen (quruq muz) tozalash. *Afzalliklari:* quruq jarayon, suv sarfi yo‘q, qoldiq chiqindilar kam. *Kamchiliklari:* CO_2 konsentratsiyasining oshishi, maxsus uskunalar talab etiladi.

4. Robotlashtirilgan tizimlar. *Afzalliklari:* inson omili deyarli yo‘q, yopiq fazoda ishlash xavfi kamayadi. *Kamchiliklari:* yuqori investitsiya talab etiladi, texnik nosozliklar xavfi mavjud.

5. Umumiy taqqoslash natijalaria eng xavfsiz usul robotlashtirilgan tizimlar, eng samarali, lekin xavfli usul kimyoviy tozalash, eng muvozanatli usul bu yuqori bosimli suv ekanligi aniqlandi.

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, har bir alternativ tozalash usuli o‘ziga xos xavf va afzalliklarga ega. Bug‘lab yuvish usuli hali ham keng qo‘llanilayotgan bo‘lsa-da, uning xavfsizlik darajasi pastroq. Robotlashtirilgan tizimlar mehnat xavfsizligini sezilarli darajada oshiradi, biroq ularning joriy etilishi katta moliyaviy xarajatlarni talab qiladi. Kimyoviy usullar esa samarali bo‘lishiga qaramay, ishchilar salomatligiga jiddiy xavf tug‘diradi. Tavsiya etiladigan yondashuv:

- kombinatsiyalangan texnologiyalarni qo‘llash;
- xavfli jarayonlarni avtomatlashtirish;
- SHHVdan majburiy foydalanish;

- gaz monitoring tizimlarini joriy etish.

Xulosa. Mazkur tadqiqot natijasida vagon-sisternalarni tozalashning alternativ usullari mehnat xavfsizligi nuqtai nazaridan tanqidiy tahlil qilindi. Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki:

- har bir texnologiya o‘ziga xos xavfga ega;
- eng xavfsiz usullar – avtomatlashtirilgan va robotlashtirilgan tizimlar;
- eng samarali yondashuv – kombinatsiyalangan usullarni qo‘llash.

Kelgusida ushbu sohada xavfsizlikni oshirish uchun raqamli monitoring va sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy etish muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Stull, C.J.; Earls, C.J.; Koutsourelakis, P.S. Model-based structural health monitoring of naval ship hulls. *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.* 2011, *200*, 1137–1149.
2. Sielski, R.A. Ship structural health monitoring research at the Office of Naval Research. *JOM* 2012, *64*, 823–827.
3. Cheung, M.S.; Tadros, G.; Brown, T.; Dilger, W. Field monitoring and research on performance of the Confederation Bridge. Can. *J. Civ. Eng.* 1997, *24*, 951.
4. Xin, W.; Wu, T.; Zou, T.; Wang, Y.; Jiang, W.; Xing, F.; Yang, J.; Guo, C. Ultrasensitive optical detection of water pressure in microfluidics using smart reduced graphene oxide glass. *Front. Chem.* 2019, *7*, 395.
5. Zuhriddinov Hayotbek Qaxramonjon o‘g’li, “OPTIK TOLALI DATCHIKLARNING BOSHQA DATCHIKLARDAN FOYDALANISHDAGI AFZALLIKLARI” «ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА В XXI ВЕКЕ». Выпуск №25 (том 4) (апрель,2022). Дата выхода в свет: 30.04.2022.http://mpcareer.ru. 445-449bet.

6. Mirsagdiyev Orifjon Alimovich, Zuhriddinov Hayotbek Qaxramonjon o‘g’li, “QISHLOQ XO‘JALIGIDA NAMLIK DATCHIKLARIDAN OQILONA FOYDALANISH USULLARI” Journal of Advanced Research and Stability ISSN: 2181 -2608. www.sciencebox.uz/482-484 bet.2022y.

7. Zuhriddinov Hayotbek Qaxramonjon o‘g’li, “ANALYSIS OF SAFETY IN CONSTRUCTION SITES USING OPTICAL SENSORS” WEB OF SIENTIST: INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH JOURNAL. ISSN: 2776-0979, https://wos.academiascience.org/index.php/wos/article/view/1850. 131-140 bet.

8. Zuhriddinov Hayotbek Qaxramonjon o‘g’li, “MA’LUMOTLARNI OPTIK DATCHIKLAR YORDAMIDA YETKAZISH VA O‘LCHASH TIZIMLARINI ISHLAB CHIQISH” Iqtisodiyotni raqamlashtirish sharoitida korporativ boshqaruv modellarining transformatsiyasi xalqaro ilmiy-amaliy anjumani. 10.24412/cl-36899-2022-1-237-241.

9. Zuhriddinov Hayotbek Qaxramonjon o‘g’li, “HOZIRGI ZAMONAVIY RIVOJLANAGAN DAVRDA OPTIK DATCHIKLARDAN FOYDALANIB TURLI SOHALARDAGI HAVFLARNI OLDINI OLISHNI O‘RGANISH” Iqtisodiyotni raqamlashtirish sharoitida korporativ boshqaruv modellarining transformatsiyasi xalqaro ilmiy-amaliy anjumani. 10.24412/cl-36899-2022-1-231-236.