



VAGON-SISTERNALARNI BUG‘LAB YUVISH JARAYONIDA AVTOMATLASHTIRISH VA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNI JORIY ETISH SAMARADORLIGINI BAHOLASH (“O‘ZBEKISTON TEMIR YO‘LLARI” AKSIYADORLIK JAMIYATI OLTIARIQ VAGONLARNI YUVISH KORXONASI MISOLIDA)

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. Maqolada vagon-sisternalarni bug‘lab yuvish jarayonida avtomatlashtirish va raqamli texnologiyalarni joriy etishning ilmiy-amaliy ahamiyati tahlil qilingan. Jarayonni boshqarishda sensorlar, gaz analizatorlari, avtomatik nazorat va masofaviy monitoring tizimlaridan foydalanish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Bug‘lab yuvish jarayonida inson omiliga bog‘liqlik darajasini kamaytirish, xavfsizlikni oshirish, suv va energiya sarfini nazorat qilish hamda texnologik intizomni kuchaytirishning samarali yo‘nalishlari asoslab berilgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, avtomatlashtirish elementlarini joriy etish mehnat xavfsizligi ko‘rsatkichlarini yaxshilash, ishlab chiqarish jarayonini barqarorlashtirish va resurslardan oqilona foydalanishni ta‘minlashga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: vagon-sisterna, bug‘lab yuvish, avtomatlashtirish, raqamli texnologiyalar, sensor, monitoring, mehnat xavfsizligi, energiya samaradorligi.

Аннотация. В статье анализируется научно-практическая значимость автоматизации и внедрения цифровых технологий в процесс



пропарки вагонов-цистерн. Рассмотрены возможности использования датчиков, газоанализаторов, систем автоматического контроля и дистанционного мониторинга при управлении процессом. Обоснованы эффективные направления снижения степени зависимости от человеческого фактора в процессе промывки, повышения безопасности, контроля расхода воды и энергии, а также усиления технологической дисциплины. Согласно результатам исследования, внедрение элементов автоматизации способствует улучшению показателей безопасности труда, стабилизации производственного процесса и обеспечению рационального использования ресурсов.

Ключевые слова: вагон-цистерна, промывка паром, автоматизация, цифровые технологии, сенсор, мониторинг, безопасность труда, энергоэффективность.

Annotation. This article analyzes the scientific and practical significance of introducing automation and digital technologies into the steam cleaning process of tank wagons. The possibilities of using sensors, gas analyzers, automatic control, and remote monitoring systems are considered. Effective ways to reduce dependence on the human factor, improve safety, control water and energy consumption, and strengthen technological discipline are substantiated. According to the research results, the introduction of automation elements improves occupational safety indicators, stabilizes the production process, and ensures rational use of resources.

Keywords: tank wagon, steam cleaning, automation, digital technologies, sensor, monitoring, occupational safety, energy efficiency.

Kirish.

Zamonaviy sanoat ishlab chiqarishida avtomatlashtirish va raqamli texnologiyalarni joriy etish ishlab chiqarish samaradorligini oshirishning asosiy yoʻnalishlaridan biri hisoblanadi. Temir yoʻl transportida, xususan,



vagon-sisternalarni bug‘lab yuvish jarayonida ham ushbu texnologiyalarni qo‘llash dolzarb masaladir.

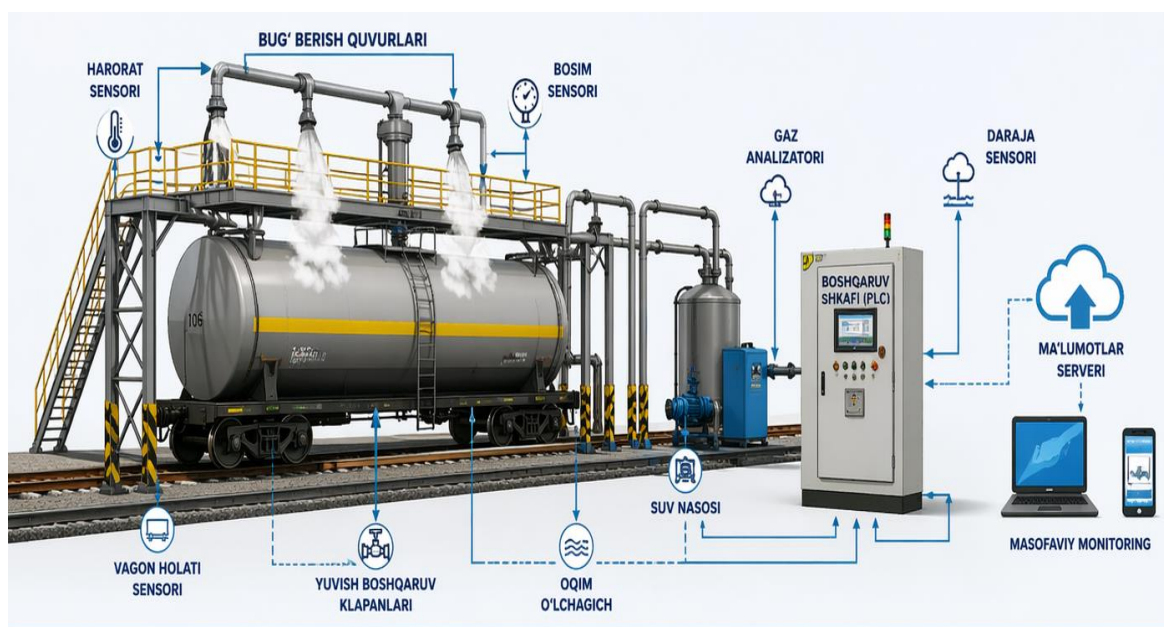
An‘anaviy yuvish tizimlarida inson omilining yuqoriligi, resurslardan samarasiz foydalanish va xavfsizlik darajasining pastligi kuzatiladi. Raqamli texnologiyalar, jumladan, sensor tizimlari, IoT (Internet of Things) va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari ushbu muammolarni bartaraf etishda muhim rol o‘ynaydi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi – Oltiariq vagonlarni yuvish korxonasi misolida bug‘lab yuvish jarayonida avtomatlashtirish va raqamli texnologiyalarni joriy etish samaradorligini baholashdan iborat.

Mavzuni dolzarbligi. Temir yo‘l transportida neft va neft mahsulotlarini tashishda foydalaniladigan vagon-sisternalarni yuklashga tayyorlash jarayoni bugungi kunda ham muhim texnologik bosqichlardan biri bo‘lib qolmoqda. Sisternalarni bug‘lab yuvish jarayoni nafaqat yuklash sifati, balki keyingi foydalanish xavfsizligi bilan ham chambarchas bog‘liq. Mazkur jarayonda bug‘, issiq suv, qoldiq neft mahsulotlari, gazlar, yuqori harorat va yopiq fazo kabi xavfli omillar bir vaqtning o‘zida ishtirok etadi. Shu sababli bug‘lab yuvish jarayoni mehnat muhofazasi, texnologik intizom va ekologik xavfsizlik nuqtai nazaridan alohida e‘tibor talab qiladi [1,10].

So‘nggi yillarda sanoat tarmoqlarida raqamlashtirish va avtomatlashtirish keng joriy etilmoqda. Biroq vagon-sisternalarni bug‘lab yuvish jarayonida ko‘plab operatsiyalar hanuzgacha yarim qo‘lda yoki operatorning bevosita ishtirokida bajarilmoqda. Bu esa inson omilidan kelib chiqadigan xatolar, resurslar sarfining oshishi, xavfli vaziyatlarni kech aniqlash va favqulodda holatlar ehtimolining ortishiga sabab bo‘ladi. Ayniqsa, gaz to‘planishi, haroratning ortib ketishi, bug‘ bosimining nazoratsiz o‘zgarishi kabi omillarni real vaqt rejimida kuzatmaslik ishlab chiqarish xavfsizligiga jiddiy salbiy ta‘sir ko‘rsatadi (1-rasm).

Shu nuqtai nazardan, vagon-sisternalarni bug‘lab yuvish jarayoniga avtomatlashtirish vositalari va raqamli monitoring texnologiyalarini joriy etish masalasi ilmiy-amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi [2]. Bu yo‘nalish nafaqat mehnat xavfsizligini oshirish, balki suv va energiya sarfini kamaytirish, jarayonning davomiyligini qisqartirish va sifat nazoratini kuchaytirish imkonini beradi. Temir yo‘l transportida vagon-sisternalarni tozalash va yuklashga tayyorlash jarayoni bo‘yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar asosan mehnat sharoitlari, zararli ishlab chiqarish omillari, gigiyenik baholash va xavfsizlik choralariga qaratilgan. Avvalgi ishlarda bug‘lab yuvish jarayonida ishchilarga ta’sir etuvchi zararli moddalarning konsentratsiyasi, mikroiklim ko‘rsatkichlari, jismoniy yuklama va mehnat og‘irligi ko‘rsatkichlari o‘rganilgan. Shu bilan birga, mazkur jarayonning ekologik va texnologik jihatlari, suv va energiya sarfi, bug‘lash tizimining samaradorligi bo‘yicha ham ayrim ilmiy qarashlar mavjud [3,7].



**1-rasm. Vagon-sisternalarni bug‘lab yuvish jarayonini
avtomatlashtirish sxemasi**

Biroq vagon-sisternalarni bug‘lab yuvish jarayonini aynan avtomatlashtirish va raqamli boshqaruv nuqtai nazaridan kompleks tahlil qilish hali yetarli darajada ishlab chiqilmagan. Xususan, sensorli nazorat, masofaviy



monitoring, raqamli ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlash, operator qarorlarini qo'llab-quvvatlash tizimlari hamda xavfli vaziyatlarni oldindan aniqlash algoritmlarini ushbu jarayonga moslashtirish masalalari chuqur o'rganishni talab qiladi. Shuning uchun mazkur maqolada vagon-sisternalarni bug'lab yuvish jarayonida avtomatlashtirish va raqamli texnologiyalarni joriy etish masalasi ishlab chiqarish va mehnat muhofazasi nuqtai nazaridan ko'rib chiqiladi [4,9].

Tadqiqot usullari va dasturi. Tadqiqotda texnologik jarayonlarni tizimli tahlil qilish, ishlab chiqarishdagi xavf omillarini ekspert baholash, jarayon parametrlari o'rtasidagi funksional bog'liqlikni aniqlash, texnik vositalarni taqqoslash va matematik modellashtirish usullaridan foydalanildi. Vagon-sisternalarni bug'lab yuvish jarayonining amaldagi bosqichlari: sisternani qabul qilish, texnik ko'rik, bug'lash, issiq suv bilan yuvish, ichki holatini nazorat qilish va yuklashga ruxsat berish operatsiyalari alohida o'rganildi [5,6]. Tadqiqot dasturiga quyidagilar kiritildi:

- bug'lash jarayonida nazorat qilinadigan asosiy parametrlarni aniqlash;
- gaz konsentratsiyasi, harorat, bosim va vaqt omillarining xavfsizlikka ta'sirini baholash;
- avtomatlashtirish elementlarini joriy etish mumkin bo'lgan bosqichlarni tanlash;
- raqamli monitoring tizimlarining ishlab chiqarish samaradorligiga ta'sirini tahlil qilish;
- operator va avtomatik boshqaruv tizimining o'zaro ishlash modelini ishlab chiqish.

Jarayonni tavsiflash uchun shartli ravishda quyidagi funksional modeldan foydalanildi:

$$Y = f (T * P * D * t)$$



bu yerda Y — texnologik tizimning umumiy holati; T — harorat ko'rsatkichi; P — bosim; G — gaz konsentratsiyasi; t — jarayon vaqti.

Mazkur model bug'lash jarayonida xavfsizlik va texnologik barqarorlikni nazorat qilishda muhim omillarni birgalikda baholash imkonini beradi [7]. Tadqiqot quyidagi usullar asosida olib borildi:

- **amaldagi texnologik jarayonni tahlil qilish** – mavjud yuvish tizimining ishlash prinsipi o'rganildi;
- **avtomatlashtirish darajasini baholash** – boshqaruv va nazorat tizimlari tahlil qilindi;
- **raqamli texnologiyalarni joriy etish modeli ishlab chiqildi;**
- **taqqoslash usuli** – avtomatlashtirilgan va an'anaviy tizimlar samaradorligi solishtirildi;
- **iqtisodiy baholash** – investitsiya va tejamkorlik ko'rsatkichlari hisoblandi.

Taklif etilgan raqamli yechimlar:

- sensorlar orqali harorat, bosim va gaz nazorati;
- IoT asosida real vaqt monitoring tizimi;
- SCADA tizimi orqali markazlashgan boshqaruv;
- ma'lumotlarni tahlil qilish.

Olingan natijalar tahlili. Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, bug'lab yuvish jarayonida avtomatlashtirishning eng muhim yo'nalishlari uchta guruhga bo'linadi: texnologik parametrlarni nazorat qilish, xavfli holatlarni oldindan aniqlash va boshqaruv qarorlarini avtomatlashtirish [8].

Birinchi yo'nalish — texnologik parametrlarni real vaqt rejimida nazorat qilishdir. Bug'lash jarayonida harorat va bosimning me'yoridan chiqishi uskunaning ishlashiga, bug' sarfiga va yuvish sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Agar harorat yetarli bo'lmasa, qoldiq neft mahsulotlari to'liq ajralmaydi; agar ortiqcha bo'lsa, energiya sarfi oshadi va xavfsizlik xavfi kuchayadi. Shuning



uchun harorat va bosim sensorlari orqali uzluksiz monitoring tashkil etilishi zarur.

Ikkinchi yoʻnalish — gaz muhitini nazorat qilishdir. Sisterna ichida va unga yaqin ish zonasida gaz analizatorlardan foydalanish zaharlanish va portlash xavfini kamaytirishda muhim rol oʻynaydi. Gaz konsentratsiyasi belgilangan chegaradan oshgan holatlarda tizim avtomatik ravishda signal berishi, shamollatishni ishga tushirishi yoki jarayonni toʻxtatishi mumkin. Shu asosda operatorning subyektiv bahosiga bogʻliqlik kamayadi.

Uchinchi yoʻnalish — raqamli monitoring va maʼlumotlarni yigʻish tizimidir. Agar barcha parametrlar yagona raqamli platformada saqlansa, ularni tahlil qilish, xavfli tendensiyalarni aniqlash va keyingi jarayonlarni optimallashtirish osonlashadi. Masalan, maʼlum turdagi ifloslangan sisternalarda bugʻ sarfi, yuvish davomiyligi va energiya isteʼmoli boʻyicha statistik maʼlumotlar toʻplanadi. Bu maʼlumotlar asosida normativ vaqt va resurs meʼyorlari aniqlashtiriladi, uskunalarning yuklama rejimi yaxshilanadi va xizmat koʻrsatish rejalari optimallashtiriladi.

Shuningdek, avtomatlashtirish inson omili taʼsirini kamaytiradi. Jarayonda operatorning asosiy vazifasi tizim koʻrsatkichlarini kuzatish va favqulodda holatlarda toʻgʻri qaror qabul qilishdan iborat boʻlib qoladi. Avtomatik boshqaruv tizimi esa bugʻ berish, haroratni ushlab turish, signalizatsiya va blokirovka funksiyalarini bajaradi. Natijada ishlab chiqarishdagi xatolar kamayadi, xavfsizlik darajasi oshadi va mehnat unumdorligi yaxshilanadi.

Raqamli texnologiyalarni joriy etishning yana bir muhim natijasi — resurslardan foydalanish samaradorligining oshishidir. Suv va energiya sarfini doimiy monitoring qilish orqali ortiqcha sarf holatlari aniqlanadi. Masalan, bugʻ generatori meʼyordan koʻp bugʻ ishlab chiqarsa yoki issiq suv sarfi normadan oshsa, tizim bu haqda ogohlantiradi. Shunday qilib,

avtomatlashtirish nafaqat xavfsizlik, balki iqtisodiy samaradorlikni ham oshiradi (2-rasm).



2-rasm. Raqamli monitoring va avtomatik boshqaruv tizimi

Avtomatlashtirish va raqamli texnologiyalarni joriy etish bug'lab yuvish jarayonida sifat jihatdan yangi bosqichni boshlab beradi. Biroq bu tizimlarni joriy etishda texnik, tashkiliy va iqtisodiy muammolar ham mavjud. Birinchidan, boshlang'ich investitsiya xarajatlari nisbatan yuqori bo'lishi mumkin. Ikkinchidan, bunday tizimlarga xizmat ko'rsatadigan malakali mutaxassislar tayyorlash talab etiladi. Uchinchidan, mavjud texnologik infratuzilmani yangi raqamli vositalarga moslashtirish zarur bo'ladi [9].

Shunga qaramasdan, uzoq muddatli istiqbolda bunday tizimlar o'zini oqlaydi. Chunki ular baxtsiz hodisalar xavfini kamaytiradi, ishlab chiqarishdagi to'xtashlar sonini qisqartiradi, uskunalarning ishonchli ishlashini ta'minlaydi, suv va energiya sarfini kamaytiradi, jarayonlar sifati va shaffofligini oshiradi.

Kelgusida ushbu yo'nalishda sun'iy intellekt elementlarini qo'llash ham maqsadga muvofiqdir. Masalan, tizim avvalgi ma'lumotlar asosida qaysi turdagi sisternada gaz xavfi yuqori bo'lishini oldindan prognoz qilishi yoki bug'lash rejimini avtomatik optimallashtirishi mumkin. Bu esa raqamli transformatsiyaning keyingi bosqichi bo'ladi.



Xulosa. Vagon-sisternalarni bug‘lab yuvish jarayonida avtomatlashtirish va raqamli texnologiyalarni joriy etish ishlab chiqarish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Tadqiqot natijasida resurslardan samarali foydalanish ta‘minlandi, mehnat xavfsizligi oshirildi, ishlab chiqarish xarajatlari kamaytirildi. Kelgusida sun‘iy intellekt va raqamli egizak (digital twin) texnologiyalarini joriy etish orqali ushbu jarayonni yanada rivojlantirish mumkin.

1. Vagon-sisternalarni bug‘lab yuvish jarayoni yuqori xavfli va ko‘p parametrlı texnologik tizim hisoblanadi.
2. Jarayonda harorat, bosim, gaz konsentratsiyasi va vaqt omillarini doimiy nazorat qilish zarur.
3. Sensorlar, gaz analizatorlar, avtomatik boshqaruv va raqamli monitoring tizimlarini joriy etish mehnat xavfsizligini sezilarli darajada oshiradi.
4. Avtomatlashtirish inson omiliga bog‘liqlikni kamaytiradi, texnologik intizomni kuchaytiradi va favqulodda holatlarning oldini olishga xizmat qiladi.
5. Raqamli texnologiyalar yordamida suv va energiya sarfini nazorat qilish, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va iqtisodiy xarajatlarni kamaytirish mumkin.
6. Kelgusida bug‘lab yuvish jarayoniga aqlli monitoring va sun‘iy intellekt elementlarini joriy etish istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. Raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish konsepsiyasi. – Toshkent, 2020. – 120 b.
2. O‘zbekiston Respublikasi Transport vazirligi. Temir yo‘l transportida texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish bo‘yicha yo‘riqnoma. – Toshkent, 2021. – 95 b.



3. GOST 34.601-90. Avtomatlashtirilgan tizimlar. Yaratish bosqichlari. – Moskva, 1990.
4. GOST 12.1.004-91. Yong‘in xavfsizligi. Umumiy talablar. – Moskva, 1991.
5. ISO 9001:2015. Quality management systems – Requirements. – Geneva, 2015.
6. Karimov A., Yusupov Sh. Sanoatda avtomatlashtirish asoslari. – Toshkent: Fan, 2019. – 280 b.
7. Rasulov T. Raqamli texnologiyalar va sanoat 4.0. – Toshkent: Iqtisodiyot, 2021. – 240 b.
8. 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.
9. 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.
10. 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.