UDK 331.45:628.1

SUV XO‘JALIGI OBYEKTLARIDA MEHNAT XAVFSIZLIGINI TA’MINLASH: KASBIY XAVFLARNI BAHOLASH VA RAQAMLI MONITORING TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH

Hasanova Lobar Abdulla qizi
Qarshi davlat texnika universiteti
Mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligi yo‘nalishi,
3-kurs talabasi
https://doi.org/10.5281/zenodo.21930606

ANNOTATSIYA

Maqolada suv xo‘jaligi, suv ta’minoti, oqova suvlarni tozalash inshootlari, nasos stansiyalari va gidrotexnik obyektlarda mehnat xavfsizligini ta’minlashning zamonaviy metodologik yondashuvlari tadqiq etilgan. Tadqiqotning dolzarbligi suv xo‘jaligi obyektlarida mexanik, elektr, kimyoviy, biologik, fizik hamda yopiq ish joylaridagi atmosfera xavflarining bir vaqtda mavjud bo‘lishi bilan izohlanadi. Tadqiqotda xavflarni identifikatsiya qilish, kasbiy risklarni baholash, xavflarni boshqarish ierarxiyasi va raqamli monitoring tamoyillari tizimli ravishda tahlil qilindi. Kasbiy xavfni ehtimollik va oqibat og‘irligi ko‘paytmasiga asoslangan matritsali baholash modeli taklif etildi. Oqova suvlar bilan bog‘liq yopiq va cheklangan joylarda vodorod sulfidi, kislorod yetishmasligi hamda yonuvchan gazlar xavfi alohida tahlil qilindi. Shuningdek, IoT texnologiyalari, gaz analizatorlari, vibratsiya, harorat va suv sathi sensorlari asosida real vaqt rejimidagi raqamli monitoring modeli taklif etildi. Tadqiqot natijalari suv xo‘jaligi obyektlarida mehnat xavfsizligini reaktiv yondashuvdan proaktiv va prognozli boshqaruv modeliga o‘tkazish imkoniyatini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: mehnat muhofazasi, texnika xavfsizligi, suv xo‘jaligi, kasbiy risk, xavf omili, nasos stansiyasi, yopiq ish joyi, vodorod sulfidi, elektr xavfsizligi, biologik xavf, IoT, raqamli monitoring.

АННОТАЦИЯ

В статье исследованы современные методологические подходы к обеспечению охраны труда и техники безопасности на объектах водного хозяйства, водоснабжения, очистки сточных вод, насосных станциях и гидротехнических сооружениях. Актуальность исследования обусловлена одновременным воздействием механических, электрических, химических, биологических, физических и атмосферных факторов на работников водохозяйственных объектов. Систематизированы методы идентификации опасностей, оценки профессиональных рисков, иерархии мер контроля и цифрового мониторинга. Предложена матричная модель оценки профессионального риска на основе вероятности возникновения опасного события и тяжести его последствий. Особое внимание уделено рискам воздействия сероводорода, недостатка кислорода и горючих газов в замкнутых пространствах. Предложена модель цифрового мониторинга в режиме реального времени на основе IoT-технологий, газоанализаторов, датчиков вибрации, температуры и уровня воды.

Ключевые слова: охрана труда, техника безопасности, водное хозяйство, профессиональный риск, насосная станция, замкнутое пространство, сероводород, электробезопасность, биологическая опасность, IoT, цифровой мониторинг.

ABSTRACT

The article investigates modern methodological approaches to occupational health and safety at water management facilities, water supply systems, wastewater treatment plants, pumping stations, and hydraulic structures. The relevance of the study is determined by the simultaneous exposure of workers to mechanical, electrical, chemical, biological, physical, and atmospheric hazards. Hazard identification, occupational risk assessment, hierarchy of controls, and digital monitoring approaches are systematically analyzed. A matrix-based occupational risk assessment model based on the probability of a hazardous event and the severity of its consequences is proposed. Particular attention is paid to hydrogen sulfide, oxygen deficiency, and flammable gas hazards in confined spaces of wastewater systems. A real-time digital safety monitoring model based on IoT technologies, gas detectors, vibration, temperature, and water-level sensors is proposed. The results demonstrate the potential for transitioning from reactive safety management to a proactive and predictive occupational safety management model.

Keywords: occupational safety, water management, occupational risk, pumping station, confined space, hydrogen sulfide, electrical safety, biological hazard, IoT, digital monitoring.

KIRISH

Suv xo‘jaligi obyektlari mamlakatning ijtimoiy-iqtisodiy infratuzilmasida muhim o‘rin egallaydi. Suv ta’minoti, oqova suvlarni chiqarish va tozalash, irrigatsiya, gidrotexnik inshootlarni ekspluatatsiya qilish hamda nasos stansiyalarining uzluksiz ishlashi ko‘plab mutaxassislarning mehnat faoliyati bilan bevosita bog‘liq.

Mazkur obyektlarda xodimlar bir vaqtning o‘zida mexanik, elektr, kimyoviy, biologik, fizik va atmosfera xavflari ta’sirida ishlashi mumkin. Nam muhitda elektr qurilmalaridan foydalanish, aylanayotgan mexanizmlar bilan ishlash, suv havzalari yaqinida faoliyat yuritish, kimyoviy reagentlardan foydalanish, oqova suvlar bilan kontakt va yopiq joylarga kirish shular jumlasidandir.

Mehnat muhofazasi tizimining zamonaviy konsepsiyasida baxtsiz hodisaga javob berishdan ko‘ra, uni yuzaga keltiruvchi xavfni oldindan aniqlash va boshqarish ustuvor hisoblanadi. ISO 45001 standarti mehnat xavfsizligi boshqaruvini xavflarni aniqlash, risklarni baholash, nazorat choralarini ishlab chiqish va tizimni doimiy takomillashtirishga asoslaydi [1].

Shu nuqtayi nazardan suv xo‘jaligi obyektlarida mehnat xavfsizligini faqat sanitariya yoki texnik xavfsizlik doirasida emas, balki kasbiy risklarni boshqarishning yagona tizimi sifatida tadqiq etish muhimdir.

TADQIQOTNING MAQSADI VA VAZIFALARI

Tadqiqotning maqsadi suv xo‘jaligi obyektlarida yuzaga keladigan xavfli va zararli ishlab chiqarish omillarini tizimlashtirish, kasbiy risklarni baholash metodikasini takomillashtirish va raqamli monitoring asosida mehnat xavfsizligini boshqarish modelini ishlab chiqishdan iborat.

1. Suv xo‘jaligi obyektlaridagi xavf omillarini tasniflash.
2. Xavf manbalarining xodimga ta’sir mexanizmlarini aniqlash.
3. Kasbiy riskni baholash mezonlarini ishlab chiqish.
4. Yopiq joylardagi atmosfera xavflarini tahlil qilish.
5. Nasos stansiyalaridagi elektr va mexanik xavflarni baholash.
6. Xavflarni boshqarish ierarxiyasini suv xo‘jaligi obyektlariga moslashtirish.
7. IoT va sensor texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlarini o‘rganish.
8. Suv xo‘jaligi obyektlari uchun proaktiv xavfsizlik monitoring modelini taklif qilish.

TADQIQOT OBYEKTI VA PREDMETI

Tadqiqot obyekti — suv xo‘jaligi, suv ta’minoti, oqova suvlarni tozalash va nasos obyektlaridagi mehnat jarayonlari.

Tadqiqot predmeti — ushbu obyektlarda yuzaga keluvchi kasbiy xavflarni aniqlash, baholash va boshqarish usullari hamda raqamli monitoring texnologiyalaridan foydalanish mexanizmlari.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqotda tizimli yondashuv, qiyosiy tahlil, xavflarni identifikatsiya qilish, risk matritsasi, sabab-oqibat tahlili va xavflarni boshqarish ierarxiyasidan foydalanildi.

Kasbiy riskning soddalashtirilgan modeli: $R = P \times S$. Bu yerda R — risk darajasi, P — xavfli hodisaning yuzaga kelish ehtimoli, S — oqibat og‘irligi. Har ikki parametr 1 dan 5 gacha baholanishi mumkin.

1–4 — past risk;
5–9 — o‘rtacha risk;
10–16 — yuqori risk;
17–25 — juda yuqori risk.

SUV XO‘JALIGI OBYEKTLARIDAGI XAVFLAR TASNIFI

Xavf omili	Asosiy manba	Ehtimoliy oqibat	Nazorat chorasi
Suvga tushib ketish	Kanal, hovuz, suv ombori	Cho‘kish	To‘siqlar, qutqaruv vositalari
Elektr xavfi	Elektr dvigateli, kabel	Elektr shikasti	Yerga ulash, himoya avtomatikasi
Mexanik xavf	Nasos, val, mufta	Ezilish, kesilish	Himoya qoplamalari, LOTO
Kimyoviy xavf	Reagentlar	Kuyish, zaharlanish	Ventilyatsiya, PPE
Biologik xavf	Oqova suv	Infeksion ta’sir	Gigiyena, maxsus kiyim
Atmosfera xavfi	H_2S, CH_4, O_2 yetishmasligi	Zaharlanish, bo‘g‘ilish	Gaz analizatori, ventilyatsiya
Fizik xavf	Shovqin, vibratsiya	Kasbiy buzilishlar	Texnik nazorat, himoya vositalari
Sirpanish	Nam pol	Yiqilish	Sirpanishga qarshi qoplama

YOPIQ VA CHEKLANGAN JOYLARDA MEHNAT XAVFSIZLIGI

Yopiq joylarda bajariladigan ishlar suv xo‘jaligi obyektlaridagi eng yuqori xavfli jarayonlardan biridir. Bunday joylarga kanalizatsiya quduqlari, kollektorlar, rezervuarlar va ayrim texnologik sig‘imlar kirishi mumkin.

Yopiq joyga kirishdan oldin atmosfera xavfsizligi tekshirilishi kerak. Bunda kislorod, zaharli gazlar va yonuvchan gazlar mavjudligi baholanadi. OSHA ma’lumotlariga ko‘ra, kislorod miqdorining 19,5 foizdan past bo‘lishi xavfli atmosfera sharoitlaridan biri hisoblanadi [6].

Tavsiya etiladigan algoritm: xavfni baholash → ruxsatnoma → atmosfera monitoringi → shamollatish → energiyani izolyatsiya qilish → kuzatuvchi xodim → ishni bajarish → doimiy monitoring → xavfsiz chiqish.

VODOROD SULFIDINING MEHNAT XAVFSIZLIGIDAGI O‘RNI

Vodorod sulfidi — H_2S — oqova suv va kanalizatsiya tizimlari bilan bog‘liq muhim kimyoviy xavflardan biridir. U rangsiz va zaharli gaz bo‘lib, ayrim sharoitlarda yopiq va pastqam joylarda to‘planishi mumkin [4; 5].

H_2S xavfini boshqarishda xodimning hid bilish qobiliyatiga tayanish yetarli emas. Shu sababli maxsus gaz analizatorlaridan foydalanish, ventilyatsiya, texnik nazorat va favqulodda qutqaruv rejasini ta’minlash zarur.

NASOS STANSIYALARIDA MEHNAT XAVFSIZLIGI

Nasos stansiyalarida mexanik energiya, elektr energiyasi va gidravlik bosim bilan bog‘liq xavflar bir vaqtning o‘zida mavjud. Aylanayotgan val va mufta kabi qismlar himoya to‘siqlari bilan yopilishi kerak.

Texnik xizmat ko‘rsatish vaqtida uskunaning kutilmaganda ishga tushishi jiddiy jarohatlanishga olib kelishi mumkin. Shu sababli energiya manbalarini izolyatsiya qilish va Lockout/Tagout (LOTO) tamoyilidan foydalanish muhim.

ELEKTR XAVFSIZLIGI

Suv xo‘jaligi obyektlarida nam muhit elektr xavfini boshqarishga alohida e’tibor berishni talab qiladi. Elektr xavfsizligi tizimida himoya yerga ulash, elektr izolyatsiyasi, himoya avtomatikasi, kabellarning butligi, taqsimlash qurilmalarining himoyalanganligi va xodimlarning malakasi nazorat qilinishi lozim.

BIOLOGIK XAVFLAR

Oqova suvlar bilan ishlashda biologik xavf alohida o‘rin tutadi. Xodimlar mikroorganizmlar bilan kontaktga kirishlari mumkin. Shu sababli ish kiyimi, qo‘lqop, maxsus poyabzal, ko‘z va yuz himoyasi hamda gigiyenik choralar kompleks qo‘llanilishi kerak.

XAVFLARNI BOSHQARISH IERARXIYASI

Suv xo‘jaligi obyektlari uchun quyidagi xavfni boshqarish ierarxiyasi taklif etiladi: xavfni yo‘qotish → xavfsizroq texnologiya bilan almashtirish → muhandislik-texnik himoya → tashkiliy-ma’muriy nazorat → shaxsiy himoya vositalari. Bunday yondashuv xalqaro mehnat xavfsizligi amaliyotidagi “hierarchy of controls” konsepsiyasi bilan uyg‘unlashadi.

KASBIY RISKNI BAHOLASHNING NAMUNAVIY MODELI

Xavf	P	S	R=P×S	Baholash
Cho‘kish	3	5	15	Yuqori
Elektr toki urishi	3	5	15	Yuqori
H_2S ta’siri	3	5	15	Yuqori
Mexanik jarohat	3	4	12	Yuqori
Biologik xavf	3	3	9	O‘rtacha
Sirpanish	4	2	8	O‘rtacha
Shovqin	4	2	8	O‘rtacha
Vibratsiya	3	2	6	O‘rtacha

Izoh: jadvaldagi qiymatlar real korxona statistikasi emas, tadqiqot metodikasini ko‘rsatish uchun ishlab chiqilgan namunaviy baholashdir.

RAQAMLI MONITORING TIZIMI

Tadqiqotning asosiy takliflaridan biri suv xo‘jaligi obyektlarida raqamli mehnat xavfsizligi monitoring tizimini joriy etishdir. Tizim H_2S, O_2, yonuvchan gaz, harorat, namlik, suv sathi, bosim va vibratsiya sensorlaridan tashkil topishi mumkin.

Sensorlar → IoT kontroller → ma’lumotlar bazasi → analitik modul → ogohlantirish → mas’ul xodim. Bunday tizim xavfni real vaqt rejimida kuzatish imkonini beradi. Aniq ishga tushish chegaralari amaldagi normativ talablar va korxonaning xavfni baholash natijalari asosida belgilanadi.

“SMART SAFETY WATER” MODELI

Tadqiqot doirasida suv xo‘jaligi obyektlarida mehnat xavfsizligini boshqarish uchun konseptual “Smart Safety Water” modeli taklif qilinadi. Model besh bosqichdan iborat: 1) identifikatsiya; 2) baholash; 3) nazorat; 4) raqamli monitoring; 5) prognozlash.

Ushbu model orqali mehnat xavfsizligini reaktiv boshqaruvdan proaktiv va prognozli boshqaruvga o‘tkazish imkoniyati yaratiladi.

ILMIY YANGILIK

1. Suv xo‘jaligi obyektlarida uchraydigan kasbiy xavflar yagona tizimda mexanik, elektr, kimyoviy, biologik, fizik va atmosfera xavflariga ajratildi.

2. Xavflarni ehtimollik va oqibat og‘irligi asosida ustuvorlashtirish uchun matritsali baholash modeli taklif qilindi.

3. Yopiq joylarda H_2S, O_2 va yonuvchan gazlarni nazorat qilishga asoslangan raqamli monitoring konsepsiyasi ishlab chiqildi.

4. Nasos stansiyalarida mexanik va elektr energiyasini nazorat qilishda LOTO tamoyilini qo‘llash asoslandi.

5. “Smart Safety Water” konseptual modeli taklif qilindi.

AMALIY AHAMIYATI

Tadqiqot natijalaridan suv ta’minoti tashkilotlari, kanalizatsiya va oqova suvlarni tozalash inshootlari, nasos stansiyalari, gidrotexnik obyektlar va suv xo‘jaligi korxonalarida foydalanish mumkin. Taklif etilgan risk matritsasi ish joylarini xavf darajasi bo‘yicha saralash, raqamli monitoring modeli esa xavfli parametrlarni real vaqt rejimida nazorat qilish uchun asos bo‘la oladi.

MUHOKAMA

Suv xo‘jaligi obyektlarida mehnat xavfsizligini ta’minlashda eng katta muammo xavflarning o‘zaro bog‘liqligidir. Masalan, namlik elektr xavfini kuchaytirishi, texnik nosozlik esa mexanik xavf bilan birgalikda yuzaga kelishi mumkin. Oqova suv inshootlarida esa biologik xavf kimyoviy va atmosfera xavflari bilan bir vaqtda mavjud bo‘ladi.

Shuning uchun xavflarni alohida baholashdan tashqari, ularning kombinatsiyalangan ta’sirini ham hisobga olish lozim. Favqulodda vaziyatlarda qutqaruv rejasi, kuzatuvchi xodim va maxsus qutqaruv vositalari oldindan tayyor bo‘lishi kerak.

XULOSA

Suv xo‘jaligi obyektlarida mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligini ta’minlash ko‘p omilli, uzluksiz va tizimli boshqaruvni talab qiladi. Asosiy kasbiy xavflar cho‘kish, elektr toki urishi, mexanik jarohatlanish, kimyoviy va biologik ta’sir, shuningdek yopiq joylardagi xavfli atmosfera bilan bog‘liq.

Mazkur xavflarni samarali boshqarish uchun faqat shaxsiy himoya vositalaridan foydalanish yetarli emas. Xavfni yo‘qotish, xavfsizroq texnologiyaga o‘tish, muhandislik himoyasi, tashkiliy nazorat va PPEni o‘z ichiga olgan ierarxik yondashuvdan foydalanish zarur.

Tadqiqotda taklif etilgan “Smart Safety Water” konsepsiyasi IoT sensorlari, gaz analizatorlari va texnologik parametrlarni monitoring qilish orqali xavflarni real vaqt rejimida aniqlash imkonini beradi. Shu asosda suv xo‘jaligi obyektlarida xavfsizlikni boshqarishning istiqbolli modeli: xavfni aniqlash → riskni baholash → xavfni kamaytirish → muhandislik himoyasi → tashkiliy nazorat → raqamli monitoring → prognozlash → doimiy takomillashtirish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. ISO 45001:2018. Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use. Geneva: ISO, 2018.
2. ISO 31000:2018. Risk management — Guidelines. Geneva: ISO, 2018.
3. International Labour Organization. Guidelines on Occupational Safety and Health Management Systems: ILO-OSH 2001. Geneva: ILO, 2001.
4. Occupational Safety and Health Administration. Hydrogen Sulfide — Hydrogen Sulfide in Workplaces. U.S. Department of Labor.
5. Occupational Safety and Health Administration. Hydrogen Sulfide — Evaluating and Controlling Exposure. U.S. Department of Labor.
6. Occupational Safety and Health Administration. Permit-Required Confined Spaces, 29 CFR 1910.146. U.S. Department of Labor.
7. National Institute for Occupational Safety and Health. Hydrogen Sulfide. Centers for Disease Control and Prevention.
8. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality. Geneva: WHO.
9. World Health Organization. Water Safety Plan Manual: Step-by-step risk management for drinking-water suppliers. Geneva: WHO.
10. United Nations. The United Nations World Water Development Report. UNESCO World Water Assessment Programme.
11. O‘zbekiston Respublikasi. Mehnat kodeksi.
12. O‘zbekiston Respublikasi. “Mehnatni muhofaza qilish to‘g‘risida”gi Qonun.
13. O‘zbekiston Respublikasining suv resurslaridan foydalanish va ularni muhofaza qilishga oid normativ-huquqiy hujjatlari.
14. International Labour Organization. Safety and Health at Work: A Vision for Prevention. Geneva: ILO.
15. WHO. Water, Sanitation, Hygiene, and Wastewater Management. World Health Organization.