

ӨНДІРІСТІК ҚАУІПТЕН АДАМДЫ ҚОРҒАУДЫҢ ЖАҢА ӘДІСТЕРІ МЕН ЖҮЙЕЛЕРІН ЖАСАУ

Сарабекова Ұ.Ж., PhD, қауымдастырылған профессор
ulbolsyn.sar@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9548-8333>

Билалова А.У., 7M11279 «Өмір тіршілік қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау» БББ 2- курс магистранты

Akbota-21@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-0670-6861>

Әбсадықова Т.Б., техника ғылымдарының магистрі
absadykova95@inbox.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6130-1275>

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

Андатпа. Бұл мақалада авторлар көмір өнеркәсібі саласында жұмыс істейтін қызметкерлердің еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз етуге байланысты мәселелерге егжей-тегжейлі тоқталған. Көмір өнеркәсібінде жұмыс істеу жоғары тәуекелді қамтиды және басты міндет-қызметкерлердің өмірі мен денсаулығын қорғау. Авторлардың зерттеуінде олар қорғаудың әртүрлі құралдарын, сондай-ақ олардың тиімділігі мен техникалық жағдайына қойылатын талаптарды толық қарастырған.

Бұл мақалада көмір өнеркәсібі саласында тау-геологиялық және технологиялық факторлардың өндірістік қауіпке әсер ету заңдылықтарын анықтау және шахталарда жарақаттануды азайтуға мүмкіндік беретін қауіпсіздік жүйесін әзірлеу және өндірістегі қауіп деңгейін болжау үшін тау-кен жағдайларын және өндірістік параметрлерді кешенді ескеру, соның негізінде жарақат алу ықтималдығын азайтатын шешімдер әзірлеу, көмір шахталарында өндірістік қауіптен қорғау бойынша заманауи әдістер мен инновациялық қауіпсіздік жүйелерін негіздеу және ұсыну жолдары көрсетілген.

Сонымен қатар, қауіпсіздікті қамтамасыз етудің ұйымдастырушылық және техникалық аспектілерін, сондай-ақ қауіпсіздік мәдениетін дамыту жолдары қарастырылған.

Авторлардың зерттеу жұмыстарының нәтижелері көмір өнеркәсібінде адамды қорғаудың әдістерін жаңарту және жетілдіру қажеттілігін растайды. Ұсынылған шаралар көмір өнеркәсібінде адамды қорғаудың әдістерінің қауіпсіздігін қамтамасыз етуге, өндірістік жарақаттар санын азайтуға және жалпы өнімділікті арттыруға бағытталған.

Мақалада сондай-ақ халықаралық тәжірибені ескере отырып, Қазақстан кәсіпорындарында заманауи қауіпсіздік мәдениетін қалыптастыруға ықпал ететін тәсілдер мен ұсынымдар ұсынылған.

Тірек сөздер: Өнеркәсіп, өндірістегі қауіп деңгейін болжау, өндірістегі қауіп деңгейін талдау, қауіпсіздік мәдениеті, жаңа технологиялар.

Кіріспе. Қазақстан Республикасының көмір өнеркәсібі экономиканың негізгі салаларының бірі болып табылады. Ол электр энергиясының шамамен 70% өндіруді қамтамасыз етеді және жылу энергиясының маңызды бөлігін береді. Елдің көмір қоры 33,6 млрд тонна, және Қазақстан көмір қоры мен өндіру көлемі бойынша әлемде алғашқы ондыққа кіреді. Көмір өндірудің басым бөлігі ашық тәсілмен жүзеге асырылады, әсіресе Екібастұз және Қарағанды көмір бассейндерінде.

Көмір өнеркәсібі – әлемдік экономиканың стратегиялық маңызы бар саласы. Алайда, көмір шахталары өндірістік қауіптілігі жоғары нысандар қатарына жатады. Метан жарылыстары, көмір шаңының тұтануы, газ-дәрежесінің жоғарылауы, кенжардың опырылуы, шаң-тозаңнан туындайтын өкпе аурулары және авариялық жағдайлар – жұмысшылардың денсаулығы мен өміріне тікелей қауіп төндіреді. Сондықтан соңғы жылдары көмір өндіру саласында қауіпсіздікті күшейту бағытында жаңа жүйелер, смарт-технологиялар, автоматтандырылған кешендер, роботтандырылған құралдар және жасанды интеллект сияқты инновациялар белсенді енгізілуде. Бұл жүйелердің басты мақсаты – қауіпті факторлар әсерін барынша азайтып, адам өмірін қорғау.

Көмір өнеркәсібі – әртүрлі өндірістік процестерді біріктіретін күрделі сала және ең жарақат қаупі жоғары өндірістердің бірі. Шахталық техниканың тозуы, қиын тау-

геологиялық жағдайлар және экономикалық қиындықтар жұмыс қауіпсіздігін төмендетуде. Ескірген жабдықты пайдалану, өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз ету бойынша инженерлік шешімдердің жеткіліксіздігі жарылыстарға, өрттерге, төтенше оқиғаларға, кәсіби ауруларға және еңбек жарақаттарына әкеледі. Шахталардың уақытша тоқтауына және адам шығынына әкелетін жағдайлар жиі кездеседі [1-5].

Қауіпсіздік деңгейінің төмен болуының негізгі себебі — жер асты тау-кен жұмыстарында қауіпсіздікті қамтамасыз ету жүйесінің жеткіліксіз дамуы.

Қазіргі кезеңде шахталардағы қауіпсіздік мәселелерін тиімді шешу үшін кешенді ғылыми-техникалық тәсілдерді қолдану қажеттілігі артып отыр. Бұл бағытта интеллектуалды мониторинг жүйелерін енгізу, заманауи желдету технологияларын пайдалану, автоматтандырылған газ бақылау құралдарын қолдану, сондай-ақ өндірістік қауіпсіздік мәдениетін арттыру басымдыққа ие.

Материалдар мен әдістер. Тау-геологиялық және технологиялық факторлардың өндірістік қауіпке әсер ету заңдылықтарын анықтау, және шахталарда жарақаттануды азайтуға мүмкіндік беретін қауіпсіздік жүйесін әзірлеу.

Өндірістегі қауіп деңгейін болжау үшін тау-кен жағдайларын және өндірістік параметрлерді кешенді ескеру, соның негізінде жарақат алу ықтималдығын азайтатын шешімдер әзірлеу. Көмір шахталарында өндірістік қауіптен қорғау бойынша заманауи әдістер мен инновациялық қауіпсіздік жүйелерін негіздеу және ұсыну.

Зерттеу міндеттері. Зерттеу мақсаттарына қол жеткізу үшін төмендегідей міндеттер қойылды: көмір шахталарындағы өндірістік қауіпті факторларды идентификациялау және бағалау; тәуекелдерді басқару моделін қалыптастыру; техникалық және ұйымдастырушылық қауіпсіздік шараларын ғылыми тұрғыдан негіздеу; автоматтандырылған бақылау және басқару құралдарын қолдану жолдарын әзірлеу; апаттық жағдайлардың алдын алу және жедел әрекет ету алгоритмдерін құру; Қауіпсіздік саласындағы халықаралық тәжірибені салыстыру; Интеллектуалды мониторинг жүйелерін сипаттау; Жаңа инженерлік-техникалық қорғау құралдарын ұсыну; Автоматтандыру және цифрландыру негізінде қауіпсіздік тұжырымдамасын ұсыну [6-12].

Зерттеу нәтижелері көмір өндіру шахталарында негізгі қауіпті факторларды төмендегідей жіктеуге мүмкіндік береді:

-Газды-динамикалық қауіптер: метанның бөлінуі, көміртегі тотығы концентрациясының жоғарылауы, оттегі деңгейінің төмендеуі.

-Тау-геологиялық қауіптер: тау жыныстарының кенет опырылуы, тектоникалық кернеулер.

-Өрт және жарылыс қаупі: метан-ауа қоспасының тұтануы, көмір шаңының жарылғыштығы.

-Гидрогеологиялық қауіптер: судың кенеттен ағуы, шахтаның су басу қаупі.

-Механикалық қауіптер: конвейерлер, көтеру машиналары мен бұрғылау жабдықтарының әсері.

-Гигиеналық қауіптер: көмір шаңының тыныс алу жүйесіне және жалпы ағзаға токсикологиялық әсері, шу мен дірілдің ықпалы.

-Авариялық-құтқару мәселелері: эвакуацияның қиындығы, байланыс үзілуі.

- Адам факторы. Шаршау, қателік, қауіпсіздік ережелерін аттап өту — жарақаттанудың басты себептерінің бірі.

Осы қауіптер жаңа технологиялық шешімдерді қажет етеді, себебі дәстүрлі әдістер қазіргі өндіріс деңгейінде толық қауіпсіздік бере алмайды.

Қауіпсіздікті арттырудың инновациялық әдістері мен жүйелері. Интеллектуалды газ бақылау жүйелері - заманауи сенсорлар мен құрылғылар шахта атмосферасындағы газ концентрациясын онлайн бақылауға мүмкіндік береді. Метан деңгейінің өзгерісі туралы деректер автоматты түрде диспетчерлік орталыққа жіберіліп, қауіптілік деңгейі анықталады.

Геомеханикалық мониторинг және опырылу болжамы - георадар, лазерлік сканерлеу, компьютерлік модельдеу арқылы шахта қабаттарының деформациясын ерте анықтау – опырылу қаупін төмендетеді.

Автоматтандырылған желдету басқару жүйесі - желдету жүйесін интеллектуалды бағдарламамен басқару газ жинақталуын болдырмайды, энергия тиімділігін арттырады.

Роботтандырылған құтқару жүйелері авариялық жағдайда автономды роботтар мен дрондар жұмысшыларды іздеу, ауа құрамын талдау, карта жасау функцияларын орындайды.

Тау-кен техникасының қауіпсіздік деңгейін жоғарылатуға автономды жұмыс істейтін көміркескіш комбайндар, қашықтықтан басқарылатын бұрғылау машиналары мен интеллектуалды конвейерлік жүйелерді енгізуді жатқызуда болады.

Деректерді талдау және жасанды интеллект көмегімен қауіпті жағдайларды алдын ала болжау арқылы метан динамикасы, тау жыныстарының кернеуі, жабдықтың техникалық жағдайын анықтауға болады.

Халықаралық тәжірибеге сүйенсек, АҚШ, Австралия, Қытай және Германия шахталарында «Smart Mine» технологиялары, газ концентрациясының автоматтандырылған карталары және роботталған қадағалау жүйелері белсенді қолданылады. Бұл тәсілдер адам факторын азайтып, қауіпсіздік мәдениетін көтереді.

Ұсынылып отырған жүйе техникалық, ұйымдастырушылық және ақпараттық-коммуникациялық шараларды біріктіретін кешенді модельге негізделеді.

Қауіптен қорғаудың жаңа әдістері мен инновациялық жүйелері. Көмір шаңымен және метанмен байланысты қауіптерді ерте анықтау үшін интеллектуалды бақылау жүйелері енгізілуде.

Лазерлік және оптикалық газ анализаторлары. Метан концентрациясын 0,01% дәлдікпен анықтайды, дәстүрлі сенсорларға қарағанда тез және дәл жұмыс істейді. Датчиктер шахта ішіндегі желдету жүйесімен біріктіріліп, газ деңгейі нормадан асқанда автоматты сигнал, желдетуді күшейту немесе электр жабдықтарын ажырату әрекеттерін орындайды.

IoT негізіндегі бақылау платформалары. Газдатчиктер, температура және қысым өлшегіштер бірыңғай цифрлық жүйеге біріктіріледі. Деректер нақты уақыт режимінде жер үстіндегі диспетчерлік орталыққа түседі, қауіпті аймақтар автоматты түрде белгіленеді.

Роботтандыру және қашықтан басқарылатын техника. Адам өмірін қорғаудың ең тиімді жолдарының бірі – қауіпті жұмыстарды роботтар мен автоматтандырылған машиналарға беру. Шахтаның желденбеген бөліктерін тексеріп, газ концентрациясы мен құрылымдық тұрақтылықты анықтайды. Апаттан кейін барлау жұмыстарын да осы құрылғылар атқарады. Қазу техникасының операторлары жер үстіндегі қауіпсіз орындардан басқару панелі арқылы машиналарды жүргізеді, бұл адамды тікелей қауіпті аймаққа түсірмеуге мүмкіндік береді.

Жер үсті кеніштерінде еңістердің беріктігін тексеру, жарылыс алдында бақылау, опырылу қаупін бағалау үшін қолданылады. Жеке қорғаныс құралдары да цифрлық технологиялармен толықтырылып, қауіпсіздікті айтарлықтай арттырады.

«Смарт-каска». Каскаға орнатылған датчиктер арқылы газ концентрациясы, температура, вибрация деңгейі және жұмысшының жағдайы бақыланады. Егер кенші құлап қалса немесе есінен танса, жүйе автоматты түрде диспетчерге сигнал жібереді.

Дербес позициялау жүйесі. GPS/ГЛОНАСС сигналдары арқылы әр жұмысшының нақты тұрған жері көрсетіледі. Апат кезінде іздеу уақыты бірнеше есе қысқарады.

Смарт-респираторлар. Сүзгінің тозу деңгейін көрсетеді, көмір шаңы немесе зиянды газдар шектен асқанда ескерту береді. Интеллектуалды желдету және газ шығару технологиялары [13-15]. Желдету – шахтаның қауіпсіз жұмыс істеуінің негізгі шарты. Қазіргі заманауи технологиялар оны тиімді етті. Ventilation-On-Demand (VOD). Желдету жүйесі нақты өндіріс учаскесінің жұмыс көлеміне қарай автоматты түрде реттеледі. Метан деңгейі көтерілсе, желдету күшейеді. Дегазация скважиналары. Алдын ала бұрғыланып, метанды жер бетіне шығарып, жарылыс қаупін 60–80% төмендетеді.

Өрт қауіпсіздігінің жаңа әдістері. Инфрақызыл термокамералар қызу аймақтарын ерте анықтап, конвейер лентасындағы немесе электр кабельдеріндегі қызып кетулерді milliseconds ішінде көрсетеді. Автоматтандырылған су-спрей жүйелері. Өрттің алғашқы секундтарында су-аэрозоль шашып, жану ошағын оқшаулайды. Инертті материалдармен шаңды бейтараптандыру. Көмір шаңын химиялық инерттеу арқылы жарылғыштық қасиеті төмендетіледі. Цифрлық тау-кен моделі және жасанды интеллект. Цифрландыру — қазіргі көмір өнеркәсібінің басты тренді.

Digital Twin (сандық егіз). Шахтаның толық виртуалды моделі жасалады. Геомеханикалық процестер, газ қозғалысы, желдету жүйесі, тіпті жұмысшылардың қозғалысы модельденеді. Апаттық сценарийлерді алдын ала көруге және болдырмауға мүмкіндік береді.

Жасанды интеллект негізіндегі болжамдық талдау.

- Метан динамикасын бірнеше сағат бұрын болжау;
- Жабдықтардың істен шығуын алдын ала анықтау;
- Бейнеаналитика арқылы қауіпті анықтау;
- Үлкен деректерді өңдеу арқылы жалпы тәуекел деңгейін бағалау.

Бұл технологиялар апаттар санын бірнеше есеге азайтуға бағытталған.

Нәтижелер және талқылау. Қауіпсіздік жүйелерін цифрландырудың стратегиялық маңызы. Цифрландырудың артықшылықтары:

1. Жұмысшылар қауіпсіздігін арттыру;
2. Технологиялық үдерістердің үздіксіздігі;
3. Төтенше жағдайға әрекет ету уақытын қысқарту;
4. Өндіріс шығындарын оңтайландыру.

«Ақылды шахта» (Smart Mine) концепциясы. Бұл ұғым көмір шахталарын толық автоматтандыруды, роботтандыруды және жасанды интеллектті қолдануды көздейді. Негізгі элементтері: Интеллектуалды датчиктер жүйесі; Автономды тау-кен жабдықтары; Жер астындағы навигация жүйелері; 3D-геомеханикалық модельдеу; Қашықтықтан басқарылатын басқару орталығы.

Тау-кен робототехникасы. Заманауи шахталарда роботтар бірнеше функция атқарады: Барлау жүктемелерін орындау; Авариялық іздестіру-құтқару жұмыстарын жүргізу; Газ құрамын өлшеу; Видео және тепловизиялық бақылау. Робот түрлері гусеничалы барлау роботтары, ұшқышсыз дрондар және автономды жүк тасымалдау машиналары.

Қауіпсіздік жүйесінің маңызды элементі – адам факторы. Технологиялармен қатар, қызметкерлердің қауіпсіздік мәдениетін көтеру қажет. Шахтадағы басты қауіптердің бірі – көмір шаңы мен метан. Заманауи фильтрация және желдету жүйелері пайдаланылады: Автоматты желдету реттегіштері; Лазерлік шаң мониторлары; Электростатикалық шаң тұндырғыштар.

Технологиямен қатар нормативтік-ұйымдастырушылық шаралар маңызды болып табылады. Көмір өнеркәсібіндегі өндірістік қауіптерді басқару қазіргі заман талаптары тұрғысынан алғанда аса күрделі және көпсалалы міндет болып табылады. Жарылыс қаупі жоғары метан мен көмір шаңы, геологиялық тұрақсыздық, тау жыныстарының опырылуы, өрт шығу ықтималдығы, желдетудің жеткіліксіздігі, сондай-ақ адам факторы — осының барлығы көмір өндіруді әлемдегі ең қауіпті салалардың бірі ретінде сипаттайды. Сондықтан соңғы жылдары бұл салада қауіпсіздік мәдениетін түбегейлі өзгертуге, адамды өндірістік қауіптен қорғаудың жаңа технологиялық және инженерлік тәсілдерін енгізуге ерекше көңіл бөлінуде.

Жаңа әдістердің пайда болуы кездейсоқ емес — көмір кеніштеріндегі оқыс оқиғалар саны, экономикалық шығындар және ең бастысы адам өміріне келетін зиян бұл салада инновациялық шешімдердің қажеттігін айқын дәлелдеді. Осыған байланысты қауіпсіздікті қамтамасыз ету тек нормативтерді сақтау деңгейінде емес, кешенді цифрлық жүйелерге, роботтандыруға, жасанды интеллектке және автоматтандырылған мониторингке сүйенетін өркениетті инженерлік стратегияға айналып отыр.

Жаңа технологиялардың маңыздылығы ең алдымен, интеллектуалды мониторинг жүйелері көмір өнеркәсібіндегі қауіпсіздіктің негізіне айналды. Метан концентрациясын, көмір шаңының таралуын, температура мен вибрацияны бақылауға арналған лазерлік датчиктер, оптикалық анализаторлар, IoT жүйелері нақты уақыт режимінде тәуекелдерді анықтауға мүмкіндік береді. Бұрын апатқа себеп болған газ жиналуын жұмысшылар көзбен байқаса, бүгін бұл міндетті жүздеген датчиктер автоматты түрде орындайды.

Мұндай жүйелердің артықшылығы – ақпарат ағынының үздіксіздігі және жылдамдығы. Геомеханикалық датчиктер мен сандық модельдер тау массасының қозғалысын, қазбалардың тұрақтылығын алдын ала талдап, опырылу қаупін бірнеше күн бұрын анықтай алады. Бұл – адам өмірін сақтап қалудың ең тиімді әдістерінің бірі.

Роботтандырудың рөлі. Қауіпті жұмыстарды роботтарға беру — әлемдік тау-кен өндірісінің негізгі тренді. Кеншілердің өміріне қауіп төндіретін учаскелерде барлау роботтары, қашықтан басқарылатын комбайндар және мобилді роботтандырылған платформалар қолданылуда. Осы арқылы адам қауіпті аймаққа кірмей-ақ бұрғылау, қазу, өлшеу, тексеру сияқты жұмыстар атқарылады.

Бұл бағыттың басты артықшылығы:

- worker exposure (адамның қауіпті ортада болу уақыты) қатты қысқарады;
- апат кезіндегі құтқару жұмыстары жылдамдайды;
- техникалық процестердің дәлдігі артады;
- адам факторының әсері азаяды.

Жеке қорғаныс құралдарының жаңа буыны. Ақылды каскалар, смарт-респираторлар, GPS арқылы позициялау жүйелері – адамның жеке қауіпсіздігін қамтамасыз етудің жаңа деңгейін қалыптастырды. Жұмысшының орналасуы, денсаулық жағдайы, газ деңгейі, температура, шу, вибрация сияқты параметрлер автоматты түрде бақыланып, кез келген ауытқу туралы диспетчерге хабарланады.

Бұл технологиялар бұрын болмаған мүмкіндіктер береді:

- кенші құлаған жағдайда жүйе автоматты түрде дабыл жібереді;
- респиратор сүзгісі бітелсе, жұмысшыға ескерту келеді;
- қауіпті аймаққа жұмысшы байқамай кіргенде сигнал беріледі.

Жасанды интеллект пен цифрландырудың стратегиялық рөлі. Цифрлық шахта (Digital Mine) моделі – көмір өнеркәсібінің болашағы. Жасанды интеллекттің көмегімен мыңдаған датчиктен жиналған ақпарат талданып, болжау жасалады. AI алгоритмдері газ қысымының өзгеруін, жыныстың бұзылуын, жабдықтың істен шығу ықтималдығын алдын ала анықтап, операторға нақты шешім ұсына алады.

Цифрлық егіз (Digital Twin) арқылы шахта толық виртуалды түрде модельденіп, апат сценарийлері симуляцияланады. Бұл болашақ тәуекелдерді алдын ала болжауға және қауіпсіз жұмыс режимін дұрыс жоспарлауға көмектеседі.

Жаңа әдістердің әлеуметтік-экономикалық әсері. Инновациялық қауіпсіздік жүйелерін енгізу тек апаттардың алдын алу үшін емес, сонымен бірге өндірістің тұрақтылығы мен экономикалық тиімділігін арттыру мақсатында да маңызды. Жабдықтың жұмыс істеу уақыты ұзарады, өндірісте артық тоқтап қалулар азаяды, ресурс шығыны төмендейді. Ең бастысы – еңбек жағдайы жақсарып, жұмысшылардың өмірі мен денсаулығы сенімді қорғалады.

Қауіпсіздік деңгейі артқан сайын кәсіпорынның беделі де күшейеді, халықаралық стандарттарға сәйкестік қамтамасыз етіледі, мемлекет тарапынан тәуекелдер төмендейді.

Қорытынды. Көмір өнеркәсібіндегі қауіпсіздік – тек инженерлік мәселе емес, ол әлеуметтік, экономикалық және технологиялық кешенді міндет. Инновациялық жүйелер енгізу – жұмысшылар өмірін сақтап қалу және өндіріс тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін стратегиялық шешім.

Көмір өнеркәсібінде өндірістік қауіптен қорғаудың жаңа әдістері – бұл тек техникалық құралдар жиынтығы емес, бұл – қауіпсіздік философиясының жаңа кезеңі. Қазіргі көмір өндіру саласы «адам – қауіпті орта» түсінігінен біртіндеп «адам – технология – бақылау – қауіпсіздік» жүйесіне ауысып жатыр.

Инновациялық шешімдер, интеллектуалды мониторинг, роботтандыру, жасанды интеллект, смарт-қорғаныс құралдары және автоматтандырылған желдету кешендері көмір өнеркәсібіндегі тәуекелдерді бірнеше есеге азайтуда. Бұл өзгерістер өндірісті толық қауіпсіз ете алмағанымен, апат ықтималдығын барынша төмендетіп, адам өмірін қорғаудың ең сенімді жолына айналды.

Бүгінде көмір өнеркәсібінің қауіпсіз болашағы технологиялық прогресс пен инновациялық тәсілдерге тікелей байланысты. Сондықтан жаңа әдістерді енгізу – міндет емес, бұл саланың өміршеңдігі мен жұмысшылардың амандығы үшін стратегиялық қажеттілік. Алдағы жылдары шахталарда адамның орны автономды басқару жүйелерімен бірге жаңа деңгейге өтеді, бұл өндірістің қауіпсіздігі мен тиімділігін арттырады.

Көмір шахталарындағы қауіпсіздік тек өндірістік жарақаттанудың алдын алу ғана емес, сонымен қатар қоршаған ортаны қорғауды да қамтиды. Экологиялық факторлар адам денсаулығына ұзақ мерзімді әсері бар қауіптер қатарына жатады. Экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету шаралары: тазарту қондырғыларын қолдану; фильтрациялық жүйелерді орнату; шаңды басу технологияларын қолдану; жерасты су мониторингін жүргізу.

Көмір шахталарында жұмыс істейтін қызметкерлердің денсаулығын қорғау – кешенді медициналық қолдау арқылы жүзеге асады. Өндірістік шаң және газдар тыныс алу жүйесіне кері әсер етеді, кәсіби ауруларды тудырады. Қолданылатын шаралар: Периодтық медициналық тексерулер; Өкпе функционалдық диагностикасы; Респираторлық қорғаныс құралдарын пайдалану; Жұмыс орындарындағы санитарлық-гигиеналық бақылау.

Шахта жабдықтарының техникалық жағдайын үздіксіз бақылау – апаттардың алдын алудағы маңызды механизм. Шахтадағы еңбек жағдайы психологиялық жүктеменің жоғары болуымен ерекшеленеді. Қызметкерлерге арналған психологиялық қолдау бағдарламалары енгізілуі қажет. Қазақстан шахталарында цифрландыру және автоматтандыру бағыттары дамуда және кәсіпорындарда қауіпсіздік жүйелері жаңартылып, жаңа технологиялар енгізілуде. Көмір шахталарындағы қауіпсіздік деңгейін арттыру – кешенді технологиялық, инженерлік және ұйымдастырушылық шараларды талап етеді. Интеллектуалды бақылау жүйелері, автоматтандыру құралдары, жасанды интеллект технологиялары және робототехника көмегімен еңбек қауіпсіздігі жаңа деңгейге көтеріледі. Болашақта «ақылды шахта» концепциясын толық енгізу – өндірістік жарақаттануды айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелері көмір шахталарында өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз етуге арналған тиімді жүйе бірнеше өзара байланысты компоненттерден тұратынын көрсетті. Инженерлік-техникалық, автоматтандырылған бақылау және ұйымдастырушылық шараларды интеграциялау жұмысшылардың өмірі мен денсаулығын қорғауға, өндірістік тәуекелдерді азайтуға және апаттардың алдын алуға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер:

- [1] Қазақстан Республикасының Еңбек кодексы. – Астана, 2015.
- [2] ҚР Төтенше жағдайлар министрлігі. Өнеркәсіптік қауіпсіздік стандарттары мен нормалары. – Астана, 2022.
- [3] Mining Safety and Health Administration (MSHA). Annual Report on Coal Mine Safety. – Washington, 2023.
- [4] International Labour Organization. Safety and Health in Mines Convention No.176. – Geneva, 2022.
- [5] International Journal of Coal Science & Technology. – Springer, 2021-2024.
- [6] **Андреевский, К.Н.**, Гурушидзе М.Н. Комплексная оценка безопасности технологических процессов и оборудования на стадии эксплуатации. // В сб. комплексная оценка безопасности технологических процессов и оборудования. – Тбилиси: ВЦСПС, ВЦНИИОТ, 2007. – С.25-31.
- [7] **Артамонов, В.В.**, Козлов В.И. Комплексный критерий оценки безопасности труда // Безопасность труда в промышленности, 2007. – №5. – С.47-49.
- [8] **Артеменко, А.А.**, Решетов В.П., Петров В.П. Принцип управления безопасностью // Безопасность труда в промышленности, 2007. – №3. – С.10-13.

- [9] **Артеменко, А.А.**, Бесчастнов М.В., Соколов В.М. Управление вопросами техники безопасности // Безопасность труда в промышленности. 2001. – №2. – С.17-19.
- [10] **Архипов, Н.А.** Комплексное динамическое прогнозирование и управление научно-техническим процессом // Экономика и управление угольной промышленностью. – М.: ЦНИЭИУголь, 2008. – №2. – С.1-15.
- [11] **Аунап, А.К.**, Ягодин С.П. Отраслевая система анализа причин травматизма с помощью ЭВМ // Безопасность труда в промышленности, 2005. – №3. – С.24-25.
- [12] **Ачин, В.А.** Системный анализ причин производственного травматизма – Ленинградский дом научно-технической пропаганды, 2003. – 289 с.
- [13] **Балыков, В.М.**, Добровский В.Е., Хайкин Н.Н. Средства, повышающие безопасность работы узкозахватных комбайнов // Безопасность труда в промышленности, 2000. – №7. – С.34-35.
- [14] **Безрук, В.К.**, Красуцкий Ф.К. Изучение опасных ситуаций, возникающих при передвижке изгибающих конвейеров в очистных забоях угольных шахт // -В сб.: Промсанитария и борьба с травматизмом в угольных шахтах. – Макеевка-Донбасс, МакНИИ, 2002. – Вып. 3. – С.16-22.
- [15] **Беликов, К.Н.** и др. Эксплуатационные показатели надежности комбайна КШ-1К // Горные машины и автоматика : ЦНИЭИуголь, 2000. – №2. – С.13-15.

References:

- [1] Qazaqstan Respublikasynyn Eńbek kodeksy. – Astana, 2015. [in Kazakh]
- [2] QR Totenshe zhagdajlar ministrligi. Onerkәsptik qauipsizdik standarttary men normalary. – Astana, 2022. [in Kazakh]
- [3] Mining Safety and Health Administration (MSHA). Annual Report on Coal Mine Safety. – Washington, 2023.
- [4] International Labour Organization. Safety and Health in Mines Convention No.176. – Geneva, 2022.
- [5] International Journal of Coal Science & Technology. – Springer, 2021-2024.
- [6] Andreevskij, K.N., Gurushidze M.N. Kompleksnaja ocenka bezopasnosti tehnologicheskikh processov i oborudovanija na stadii jekspluatacii.-V sb. kompleksnaja ocenka bezopasnosti tehnologicheskikh processov i oborudovanija. – Tbilisi: VCSPS, VCNIPIOT, 2007. – S.25-31. [in Russian]
- [7] Artamonov, V.V., Kozlov V.I. Kompleksnyj kriterij ocenki bezopasnosti truda. Bezopasnost' truda v promyshlennosti, 2007. – №5. – S.47-49. [in Kazakh]
- [8] Artemenko, A.A., Reshetov V.P., Petrov V.P. Princip upravlenija bezopasnost'ju.-Bezopasnost' truda v promyshlennosti, 2007. – №3. – S.10-13. [in Kazakh]
- [9] Artemenko, A.A., Beschastnov M.V., Sokolov V.M. Upravlenie voprosami tehniki bezopasnosti. Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2001. – №2. – С.17-19. [in Kazakh]
- [10] Arhipov, H.A. Kompleksnoe dinamicheskoe prognozirovanie i upravlenie nauchno-tehnicheskim processom.-Jekonomika i upravlenie ugol'noj promyshlennost'ju. – М.: CNIJeIUgol', 2008. – №2. – С.1-15.
- [11] Aunap, A.K., Jagodin S.P. Otrasleyvaja sistema analiza prichin travmatizma s pomoshh'ju JeVM.-Bezopasnost' truda v promyshlennosti, 2005. – №3. – С.24-25. [in Kazakh]
- [12] Achin, V.A. Sistemnyj analiz prichin proizvodstvennogo travmatizma.-Leningradskij dom nauchno-tehnicheskoy propagandy, 2003. – 289 s. [in Kazakh]
- [13] Balykov, V.M., Dobrovskij V.E., Hajkin H.H. Sredstva, povyshajushhie bezopasnost' raboty uzkozahvatnyh kombajnov. Bezopasnost' truda v promyshlennosti, 2000. – №7. – С.34-35. [in Kazakh]
- [14] Bezruk, V.K., Krasuckij F.K. Izuchenie opasnyh situacij, vznikajushhih pri peredvizhke izgibajushhih konvejerov v ochistnyh zabojah ugol'nyh shaht. -V sb.: Promsanitarija i bor'ba s travmatizmom v ugol'nyh shahtah. – Makeevka-Donbass, MakNII, 2002. – vyp. Z. – С.16-22. [in Kazakh]
- [15] Belikov, K.N. i dr. Jekspluatacionnye pokazateli nadezhnosti kombajna KSh-1K.-Gornye mashiny i avtomatika, CNIJeIUgol', 2000. – №2. – С.13-15. [in Kazakh]

СОЗДАНИЕ НОВЫХ МЕТОДОВ И СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОПАСНОСТЕЙ

Сарабекова У.Ж., PhD, ассоциированный профессор

Билалова А.У., магистрант 2 курса ОП 7М11279 «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» (Техносферная безопасность)

Абсадыкова Т.Б., магистр технических наук

Аннотация. В данной статье авторы подробно рассматривают вопросы обеспечения безопасности труда работников, занятых в угольной промышленности. Работа в угольной отрасли характеризуется высоким уровнем риска, и основной задачей является защита жизни и здоровья сотрудников. В исследовании авторов подробно рассмотрены различные средства защиты, а также требования к их эффективности и техническому состоянию.

В статье рассматриваются закономерности влияния горно-геологических и технологических факторов на производственную опасность в угольной промышленности, разработка системы безопасности, позволяющей снизить уровень травматизма в шахтах, а также комплексный учет горных условий и производственных параметров для прогнозирования уровня риска и принятия решений, уменьшающих вероятность получения травм. Показаны современные методы и инновационные системы безопасности, направленные на защиту работников угольных шахт от производственных опасностей.

Кроме того, рассматриваются организационные и технические аспекты обеспечения безопасности, а также пути развития культуры безопасности.

Результаты исследования подтверждают необходимость обновления и совершенствования методов защиты человека в угольной промышленности. Предложенные меры направлены на повышение уровня безопасности, снижение количества производственных травм и повышение общей производительности труда.

В статье также представлены подходы и рекомендации, которые с учетом международного опыта помогут формировать современную культуру безопасности на предприятиях Казахстана.

Ключевые слова: промышленность, прогнозирование уровня производственной опасности, анализ уровня опасности на производстве, культура безопасности, новые технологии.

CREATING NEW METHODS AND SYSTEMS FOR PROTECTING HUMANS FROM INDUSTRIAL HAZARDS

Sarabekova U.Zh., PhD, Associate Professor

Bilalova A.U., 2nd year Master's student of the EP 7M11279 «Life Safety and environmental protection" (Technosphere safety)

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

Annotation. This article provides a detailed examination of issues related to ensuring labor safety for workers employed in the coal industry. Work in the coal sector is associated with a high level of risk, and the primary objective is to protect the life and health of employees. The authors' research thoroughly reviews various protective equipment, as well as the requirements for their effectiveness and technical condition.

The article analyzes the patterns of influence of geological and technological factors on industrial hazards in the coal industry, the development of a safety system that can reduce injury rates in mines, and the comprehensive consideration of mining conditions and production parameters for predicting risk levels and making decisions that minimize the likelihood of injuries. Modern methods and innovative safety systems aimed at protecting workers in coal mines from industrial hazards are presented.

In addition, the article discusses organizational and technical aspects of ensuring safety, as well as ways to improve safety culture.

The results of the study confirm the necessity of updating and improving human protection methods in the coal industry. The proposed measures are aimed at increasing safety levels, reducing the number of industrial injuries, and improving overall productivity.

The article also presents approaches and recommendations which, taking into account international experience, will help to foster a modern safety culture at enterprises in Kazakhstan.

Keywords: industry, forecasting the level of industrial danger, analysis of the level of danger in production, safety culture, new technologies.