

FTAMP 87.15.15 : 86.21

Л.М. Актаева¹ – негізгі автор, ©
А.Б. Бекмагамбетов², А.М. Рахметова³, Г.К. Алшынбекова⁴,
Э.А. Кульмагамбетова⁵, Н.Т. Сагиндикова⁶



¹Мед. ғылым. д-ры, ²Заң ғылым. канд., доцент, ³Мед. ғылым. канд., доцент,
⁴Биол. ғылым. канд., ⁵Химия ғылым. канд.

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0006-0950-678X> ²<https://orcid.org/0000-0002-2033-3625>
³<https://orcid.org/0000-0002-0008-4887> ⁴<https://orcid.org/0000-0001-5143-2338>
⁵<https://orcid.org/0000-0002-7799-3974> ⁶<https://orcid.org/0009-0008-6420-2783>



^{1,2,3,4,5,6}Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау
министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу
институты ШМҚ РМК,



Астана, Қазақстан



⁴alshynbekovaqulnaziya@gmail.com

<https://doi.org/10.55956/BFTU1064>

ӨНДІРІСТІК ОРТАДАҒЫ ХИМИЯЛЫҚ ФАКТОРЛАРДЫҢ ТАУ-КЕН САЛАСЫ ЖҰМЫСКЕРЛЕРІНЕ ӘСЕРІ

Аңдатпа. Мақалада тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарының технологиялық, химиялық ортасын және оның жұмыскерлерге әсерін талдау ұсынылған. Зерттеудің мақсаты өндірістік ортадағы химиялық факторлардың тау-кен саласының жұмыскерлеріне әсерін бағалау, олардың жұмыс аймағындағы ауаның ластану деңгейін талдау және кәсіби тәуекелдерді тудыратын жағдайларды анықтау болды. Өндірістік технологиялық процестер белгілі шаң түзілуімен және кейбір жағдайларда концентрациясы рұқсат етілген шекті шамалардан асатын улы химиялық заттардың бөлінуімен қатар жүретіні анықталды. Барлық кәсіпорындарда зиянды факторлардың құрылымында бейорганикалық силикат шаңы, дизельді аэрозольдер, сондай-ақ металл, көміртек және марганец тотықтары басым болды. Пилоттық кәсіпорындарында химиялық факторлардың рұқсат етілген шекті шамалардан жүйелі түрде асып кетуі анықталды, бұл еңбек жағдайларын зиянды деп жіктеуге әкеледі. Жетекші қауіп факторы басқа өнеркәсіптік ластанушы заттармен біріктірілген силикат шаңының әсері болып табылады. Ол негізгі өндірістік ортадағы жұмыскерлерге ең көп әсер ететіндігі, ал инженерлік-техникалық персонал арасында қолайсыз жағдайлардың туындайтындығы анықталды, бұл желдету мен аймақтарға бөлудің тиімділігінің жеткіліксіздігін көрсетеді. Алынған деректер өндірістік ортаның теріс әсерін азайту мақсатында кәсіби тәуекелдерді басқаруды енгізу қажеттілігін растайды.

Тірек сөздер: тау-кен өнеркәсібі, технологиялық процесс, еңбек жағдайлары, химиялық фактор, бейорганикалық силикат шаңы, темір оксиді, көміртегі оксиді.



Актаева, Л.М. Өндірістік ортадағы химиялық факторлардың тау-кен саласы жұмыскерлеріне әсері [Мәтін] / Л.М. Актаева, А.Б. Бекмагамбетов, А.М. Рахметова, Г.К. Алшынбекова, Э.А. Кульмагамбетова, Н.Т. Сагиндикова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2026. – №3(93). – Б.499-514. <https://doi.org/10.55956/BFTU1064>

Кіріспе. Тау-кен өнеркәсібі-металлургия, энергетика және өндірістің басқа да салалары үшін шикізат базасын қамтамасыз ететін әлемдік экономиканың негізгі салаларының бірі болып табылады [1].

Осы саладағы кәсіпорындардың еңбек жағдайлары олардың өндіріс технологиясына ғана емес, сонымен қатар жұмыс орындарындағы өндірістік ортаның санитарлық-гигиеналық талаптарына сәйкес келуіне де байланысты. Тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарында еңбек қызметін оңтайландыруға бағытталған технологиялық жабдықтарды басқарудың (кен қазудан, флотациядан, агломерациядан, кенді байытудан және т.б. кен материалдарын бұрғылау, жеткізу, тиеу және тасымалдау процестері механикаландырылған) автоматтандырылған жүйелері белсенді енгізілуде. Бірақ жоғары өнімді машиналар мен механизмдерді енгізуге қарамастан, тау-кен өнеркәсібі ең қолайсыз және қауіпті еңбек жағдайлары бар сала болып қала береді [2-4]. Алайда, пайдалы қазбаларды өндіру мен өндеудің технологиялық процестері кезінде зиянды және қауіпті факторлар кешені жұмыскерлердің денсаулығына әсер етеді, олардың арасында химиялық заттардың қоспалары ерекше орын алады.

Тау-кен кәсіпорындарындағы еңбек жағдайлары әртүрлі өндірістік факторлардың аралас әсеріне байланысты кәсіби патологияның даму қаупінің жоғарылауымен сипатталады, олардың арасында химиялық қосылыстар маңызды рөл атқарады. Авторлардың айтуынша [5,6], химиялық факторлар өндірістік ортадағы ең көп таралған зиянды әсерлердің бірі болып табылады және тау-кен өнеркәсібінде соның ішінде жұмыскерлерде, кәсіптік аурулардың пайда болуына айтарлықтай ықпал етеді. Металдар, аэрозольдер, газдар және шаң сияқты улы заттардың әсер етуі, тыныс алу органдарының, терінің патологияларының, сондай - ақ жүйке, жүрек - қан тамырлары мен ағзаның басқа жүйелерінің бұзылуларының дамуымен байланысты.

А.В. Гурьевтің және басқалардың еңбектеріне сәйкес, кәсіптік аурулардың едәуір бөлігі зиянды химиялық факторлардың әсерінен болады, бұл олардың жұмыскерлердің денсаулығына әсерін кешенді бағалау қажеттілігін растайды. Сонымен қатар, дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы өндіріс жағдайында адам ағзасына теріс әсер етуі мүмкін мыңдаған химиялық қосылыстардың бар екендігін көрсетеді [7].

Көптеген халықаралық зерттеулер тау-кен кәсіпорындарындағы химиялық факторлардың кәсіптік және өндірістік-шартты аурулардың даму қаупін тудыратынын дәлелдейді. Мысалы, Zhang В. және басқалар жасаған 259 басылымның (2024) мета-талдауы: өндіріс шаңы, ауыр металдар, NO₂, сондай-ақ жылу, діріл және ыңғайсыз жұмыс позасының бірлескен әсері негізгі тәуекелдерді анықтауға мүмкіндік берді [8].

Қауіпті өндірістердегі жұмыскерлердің денсаулығына зиян келтіру қаупі тек зиянды өндірістік факторлардың әсер ету ұзақтығына ғана емес, сонымен қатар ағзаның әртүрлі функционалдық жүйелерінің бейімделу мүмкіндіктеріне де байланысты. Зиянды өндірістердегі жұмыскерлердің денсаулық жағдайы еңбекке қабілеттілігін уақытша жоғалтумен сырқаттанушылық деректері және жыл сайынғы мерзімді медициналық тексерулердің нәтижелері негізінде бағаланады. Кәсіптік аурулардың даму қаупін болжау үшін еңбек жағдайларының зияндылығы мен қауіптілік көрсеткіштерін ескеру қажет [9,10].

Зерттеудің мақсаты: жұмыс аймағының ауасындағы әсер ету деңгейлерін талдау және кәсіби тәуекелдерді қалыптастыру жағдайларын

анықтау негізінде тау-кен саласының жұмыскерлеріне өндірістік ортаның химиялық факторларының әсерін бағалау.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Ғылыми зерттеу жүргізу үшін технологиялық процестердің сипаты мен ерекшеліктерімен ерекшеленетін тау-кен өндірісінің үш пилоттық кәсіпорны таңдалды.

Бірінші пилоттық кәсіпорын бағалы металды өндіру көлемі мен минералды-шикізат базасының көлемі бойынша алтынның үш ірі өндірушісінің қатарына жатады. Кәсіпорын айтарлықтай ресурстық әлеуетімен және тау-кен жұмыстарының жоғары қарқындылығымен сипатталады.

Осы кәсіпорындағы жұмыскерлердің жалпы саны 478 адамды құрайды, оның 74-і әкімшілік-басқару персоналына жатады. Зиянды еңбек жағдайларында 335 жұмыскер, оның ішінде 57 әйел жұмыс істейді. Зиянды химиялық факторларды өлшеу 155 жұмыскердің қатысуымен кәсіпорын шахталарының бірінің аумағында жүргізілді.

Екінші пилоттық кәсіпорын кен қорларын жерасты тәсілімен игеруді жүзеге асырады. Өндірілген кенде мыс, күміс, молибден және селен бар. Жұмыскерлердің жалпы саны 218 адамды құрайды, оның 51-і әкімшілік-басқару персоналына жатады. Зиянды еңбек жағдайларында 167 жұмыскер, оның ішінде 3 әйел жұмыс істейді. Ғылыми зерттеулер үш құрылымдық бөлімшеде (геология бөлімі, тау-кен учаскесі, маркшейдерлік бөлім) жүргізілді, оған 155 жұмыскер қатысты.

Үшінші пилоттық кәсіпорын бағалы және сирек металдарды өндіруге маманданған. Бастапқы шикізат-бұл өз шахтасында өндірілетін құрамында алтын бар кен. Кәсіпорын жұмыскерлерінің жалпы саны 1520 адамды құрайды. Әкімшілік-басқару персоналының саны нақтылауды талап етеді. Зиянды еңбек жағдайларында 614 жұмыскер, оның ішінде 26 әйел жұмыс істейді. Зерттеулер бес құрылымдық бөлімшеде (теміржол вокзалы, маркшейдерлік бөлім, жанар-жағармай қоймасы, автокөлік цехы, карьерде) жүргізілді, оларға 252 жұмыскер қатысты.

Зерттеу барысында өндірістік орта факторларын аспаптық өлшеуді, визуалды мониторингті, кәсіптік тәуекелдерді бағалау нәтижелерін талдауды, сондай-ақ жұмыскерлердің сауалнамасын қоса алғанда, еңбек жағдайларының жай-күйі туралы деректерді жинау және талдау әдістері пайдаланылды.

Тау-кен өнеркәсібіндегі жұмыскерлердің еңбек жағдайларын өндірістік ортадағы химиялық факторлардың әсерін талдау кезінде қолданылған гигиеналық зерттеулер мен бағалаулар қолданыстағы нормативтік құжаттарға сәйкес орындалды [11,12].

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Тау-кен өнеркәсібі жоғары технологиялық күрделілікпен және кен орындарын барлауды, пайдалы қазбаларды өндіруді, оларды тасымалдау мен өңдеуді қамтитын өндірістік процестердің көп сатылы болуымен сипатталады. Қазіргі заманғы тау-кен кәсіпорындары өндіріс тиімділігін арттыруға, өндіріс шығындарын төмендетуге және қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға негізделген инновациялық технологияларды енгізуге бағытталған. Бұл тұрғыда жерасты өндіру процестері, технологиялық операцияларды автоматтандыру, сондай-ақ жоғары өнімді және экологиялық қауіпсіз жабдықты пайдалану ерекше маңызды [13,14].

Бірінші пилоттық кәсіпорын өндірістік процестерді оңтайландыруға және үздіксіз жетілдіруге бағытталған заманауи технологиялар мен

инновациялық шешімдерді енгізу бойынша көшбасшылардың бірі болып табылады. Кен қорларын игеру жерасты тәсілімен жүзеге асырылады. Өндірілген кен полиметалл құрамына ие және құрамында мыс, күміс, алтын, мырыш және қорғасын бар.

Кәсіпорында негізгі технологиялық процестер мен тиісті жабдықтар, соның ішінде тау-кен қазбаларын үңгілеу, желдету шахталарын салу, көліктік еңістер мен кірме жолдар, жеткізу штректері, сондай-ақ желдету және су төгетін қазбалар қолданылады. Сонымен қатар, әртүрлі көкжиектерде камералық қазбалар жүргізіледі.

Екінші пилоттық кәсіпорында ұқсас технологиялар мен жабдықтар қолданылады. Атап айтқанда, туннельдеу жұмыстары, оның ішінде «Желдеткіш 1» үңғысы, көлік беткейлері мен шығу жолдарын салу, жеткізу штректері, желдеткіш және су төгетін қазбаларды, сондай-ақ көкжиектердегі камералық қазбаларды салуды қоса алғанда, үңғыма жұмыстары жүзеге асырылады. Технологиялық процеске мамандандырылған машиналар мен механизмдер: Boomer және Simba туннельдік және тау-кен вагондары, Boltec бұрғылау қондырғысы, МТ типті шахталық самосвалдар, СТ-7 тиеу-тасымалдау машиналары, сонымен қатар PAUS қосалқы жерасты жабдықтары кіреді.

Қарқынды шаң түзілетін жерлерде тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде (атап айтқанда, тиеу-түсіру жұмыстары мен мөлшерлеу кезінде) шаң сору жүйелерін орнату, сондай-ақ суды пайдалана отырып, шаңды басу қарастырылады. Дизельді қозғалтқыштардың пайдаланылған газдарындағы уытты компоненттердің құрамын нормативтік мәндерге дейін төмендету өздігінен жүретін жабдыққа газ тазалағыш құрылғыларды орнату және шахтаны тиімді желдету үшін қажетті таза ауа көлемін беру есебінен қамтамасыз етіледі.

Үшінші пилоттық тау-кен кәсіпорнының негізгі қызметі бағалы және сирек металдарды өндіру болып табылады. Бастапқы шикізат-бұл өз шахтасында өндірілген құрамында алтын бар кен. Кәсіпорында сульфидті флотация қалдықтарын және байыту фабрикасының құрамында көміртегі бар өнімдерін сақтауға арналған қалдық қоймасы бар.

Қалдық қоймасы байыту фабрикасынан оңтүстік-шығысқа қарай 0,6-1,0 км қашықтықта және кәсіпорынның негізгі өнеркәсіптік алаңынан 3,5-4,5 км қашықтықта орналасқан. Кәсіпорында негізгі технологиялық процестер мен жабдықтар: пластиналық қоректендіргіштер, щек ұсатқыштары, торлы діріл экрандары, манипуляторлары бар гидравликалық балғалар, таспалы конвейерлер (оның ішінде № 1 конвейер), электрлік көтергіштер, «№ 1 ұсатқыш – конвейер» тасымалдаушы, модульдік сорғы станциялары (МСС), сорғы станциялары, сондай-ақ қоса алғанда көмекші техника: автогрейдерлер, тиегіштер, бульдозерлер мен самосвалдар қолданылады.

Қолданылатын технологиялық процестер мен жабдықтардың біріккен әсерлері жұмыс аймағында қауіпті өндірістік факторлардың күрделі кешенін құрайды. Ең маңыздыларының қатарына ұсынылған химиялық факторлар: рудадан шыққан шаң аэрозольдері, сондай-ақ дизельдік техниканың газ тәрізді өнімдері (азот оксидтері, көміртегі оксиді, күкірт қосылыстары және т.б.) жатады. Желдету мен шаңды басудың тиімділігінің жеткіліксіздігі жағдайында аталған заттардың рұқсат етілген шекті концентрациясынан асып кетуі мүмкін, бұл жұмыскерлердің денсаулығына ықтимал қауіп төндіреді.

және үнемі өндірістік бақылауды және өнеркәсіптік қауіпсіздік жүйелерін жетілдіруді талап етеді.

Бірінші пилоттық кәсіпорында өндірістік бақылау нәтижелері бойынша жұмыс аймағының ауасындағы бірқатар химиялық факторлар бойынша рұқсат етілген шекті шамалардың (РЕШШ) артуы белгіленді, бұл зиянды еңбек жағдайларының болуын көрсетеді (1-кесте).

Кесте 1

1-ші пилоттық кәсіпорын жұмыскерлерінің еңбек жағдайындағы зиянды химиялық заттардың көрсеткіштері

Жұмыс орны	РЕШШ/РЕШД көрсеткіштері
Зиянды химиялық заттар: Темір оксиді	
1. Электргаз дәнекерлеуші	7,7 мг/м ³
2. Тау-кен шебері	12,6 мг/м ³
3. Үрлеуші, тау-кен жұмысшысы (жерасты)	19,3 мг/м ³
4. Жерасты өздігінен жүретін машиналардың машинисі	18,8 мг/м ³
5. Ұсатқыш (қабылдау бункері)	18,9 мг/м ³
6. Тиеу-жеткізу машинасының машинисі	18,6 мг/м ³
Зиянды химиялық заттар: Көміртек оксиді	
1. Тау-кен шебері, үңгілеуші, тау-кен жұмысшысы (жерасты) сынама алушы (сынамаларды бөлу және өңдеу)	21,6 мг/м ³
2. Тиеу-жеткізу машинасының машинисі	22,3 мг/м ³
3. Электргаз дәнекерлеуші	20,3 мг/м ³
Зиянды химиялық заттар: бейорганикалық силикат шаңы (20-70% SiO ₂)	
1. Электр жабдықтарын жөндеу және қызмет көрсету жөніндегі электромонтер	6,9 мг/м ³
2. Жарылғыш материалдарды (базистік қойманы) таратушы	6,5 мг/м ³
3. Геологиялық жұмыстардағы тау-кен жұмысшысы, бас маркшейдер, учаскелік маркшейдер, маркшейдерлік жұмыстардағы тау-кен жұмысшысы	7,06 мг/м ³
4. Жарғыш	11,6 мг/м ³
5. Сынама іріктеуші (сынамаларды кесу және өңдеу)	6,62 мг/м ³
6. Қондырғыларды жөндеу және қызмет көрсету жөніндегі электрослесарь, инженер-эколог	7,9 мг/м ³
7. Тау шебері	12,6 мг/м ³
8. Үрлеуші, тау-кен жұмысшысы (жерасты)	19,3 мг/м ³
9. Ұсатқыш	18,9 мг/м ³
10. Тиеу-жеткізу машинасының машинисі	18,6 мг/м ³
Зиянды химиялық заттар: Марганец және оның қосылыстары	
1. Электргаз дәнекерлеуші	0,34 мг/м ³

Зерттеу объектісіндегі еңбек жағдайларын бағалау барысында жұмыс аймағының ауасындағы зиянды химиялық заттардың рұқсат етілген шекті концентрациясының жүйелі түрде артуы тіркелді. Ауа сынамаларын талдау ластаушы заттардың үш негізгі тобының фиброгендік аэрозольдер (силикат шаңы), металл оксидтері (темір, марганец) және улы газдар (көміртегі оксиді) болуын анықтады.

1. Бейорганикалық силикат шаңымен ластану: ең көп таралған қауіп факторы-құрамында 20-70% бос кремний диоксиді (SiO₂) бар бейорганикалық силикат шаңының болуы (РЕШШ- 6,0 мг/м³). Бұл қалыпты жағдайдан асып кетуі барлық жұмыс орындарында кездеседі және негізгі

өндірістік персоналға да, инженерлік-техникалық қызметкерлерге де әсер етеді:

Инженерлік-техникалық қызметкерлер мен қосалқы персоналдар тобының (еңбек жағдайларының класы 3.1): бөлімдер мен учаскелердің бастықтарында РЕШШ-дан асып кету ($6,2 \text{ мг/м}^3$ дейін), жарылғыш материалдарды таратушыларда ($6,5 \text{ мг/м}^3$), сынама іріктеушілерде ($6,62 \text{ мг/м}^3$), электромонтерлерде ($6,9 \text{ мг/м}^3$), геологиялық-маркшейдерлік қызмет мамандарында ($7,06 \text{ мг/м}^3$ дейін), сондай-ақ экологиялық инженерлер мен электр слесарларында ($7,9 \text{ мг/м}^3$ дейін) анықталды.

Негізгі өндірістік персоналда (еңбек жағдайлар класы 3.2): 2-ші дәрежелі зиянды жұмыс жағдайларын көрсететін ең жоғары концентрациялар жарғыштарда ($11,6 \text{ мг/м}^3$), тау-кен шеберлерінде ($12,6 \text{ мг/м}^3$), тиеу-жеткізу машиналарының машинистерінде (ТЖМ) ($18,6 \text{ мг/м}^3$), жерасты өздігінен жүретін машинистерде (ЖӨЖМ) ($18,8 \text{ мг/м}^3$), ұсатқыштарда ($18,9 \text{ мг/м}^3$) және жерасты қазғыштарымен/тау-кен жұмыстарында ($19,3 \text{ мг/м}^3$ дейін) байқалды.

2. Темір тотығымен ластану: темір тотығының концентрациясы (РЕШШ $6,0 \text{ мг/м}^3$) технологиялық процестерге айқын тәуелділікті көрсетеді:

– электр газбен дәнекерлеушілерде $7,7 \text{ мг/м}^3$ деңгейі тіркелген;

– тау-кен циклінің жұмыскерлерінде (тау-кен шеберлері, үрлеушілер, жерасты өздігінен жүретін машиналардың машинистері және тиеу-жеткізу машинасының машинистері, ұсатқыштар) концентрациялары $12,6\text{--}19,3 \text{ мг/м}^3$ аралығында өзгереді;

– бұл көрсеткіштер аталған барлық мамандықтар үшін еңбек жағдайының 3.2 класына сәйкес келеді, дәнекерлеушілерді қоспағанда, оларда да ластану деңгейі зиянды еңбек жағдайларына жатқызуды талап етеді.

3. Көміртегі тотығымен ластану: көміртегі тотығы бойынша РЕШШ/РЕШД-ден ($20,0 \text{ мг/м}^3$ қалыпты) асып кетуі жұмыскерлердің келесі санаттарында:

– электр газбен дәнекерлеушілерде ($20,3 \text{ мг / м}^3$); – тау-кен шеберлерінде, үңгілеушілерде, тау-кен жұмысшыларында және сынама алушыларда ($21,6 \text{ мг/м}^3$ дейін);

– тиеу-жеткізу машинасының машинистерінде ($22,3 \text{ мг/м}^3$) анықталды. Көрсетілген деңгейлер еңбек жағдайының 3.1-классына жатады.

4. Ерекше факторлар (марганец): электр газ дәнекерлеушілердің марганец және оның қосылыстары бойынша РЕШШ/РЕШД-ден ($0,2 \text{ мг/м}^3$ қалыпты) $0,34 \text{ мг/м}^3$ деңгейіне дейін артуы қосымша анықталды, бұл дәнекерлеу аэрозольдерінің ерекшелігіне байланысты және зиянды еңбек жағдайлары (3.1 класс) ретінде жіктеледі.

Алынған деректерді талдау зиянды факторлардың аралас әсерімен сипатталатын кәсіби тәуекелдердің күрделі құрылымының қалыптасқанын көрсетеді. Ең қолайсыз гигиеналық жағдайлар негізгі тау-кен циклі жұмыскерлерінің (үрлегіштер, ауыр техника машинистері, ұсатқыштарда) қалыптасады, олар силикатты шаң мен темір оксидінің жоғары концентрацияларының (3.2 класс) бір мезгілде әсеріне ұшырайды. Бұл аэрозольдердің синергетикалық әсері пневмокониоздар мен өкпенің созылмалы обструктивті ауруларының даму қаупін бірнеше есеге арттырады.

Әкімшілік-техникалық персонал мен экологиялық бақылау қызметтері өкілдерінде зиянды еңбек жағдайларының (шаң бойынша класс 3.1)

анықталуы ерекше алаңдаушылық туғызады. Бұл қолданыстағы жалпы алмасу желдету жүйелерінің тиімсіздігін және кеңсе мен қызметтік аймақтарды өндірістік қазбалардан оқшаулайтын сенімді сәулеттік-жоспарлау кедергілерінің жоқтығын көрсетеді.

Көміртегі тотығының РЕШШ-дан асатын концентрацияларда ($22,3 \text{ мг/м}^3$ дейін) болуы, әсіресе дизельді техникамен жұмыс істеу және дәнекерлеу жұмыстарымен бірге қосымша патогенетикалық фон қалыптастырады. СО-ның субтоксикалық дозаларының созылмалы әсері тіндердің гипоксиясының дамуына әкеледі, бұл орталық жүйке жүйесінің функционалдық жағдайына теріс әсер етіп, когнитивтік қабілеттер мен персоналдың еңбекке қабілеттілігін төмендетеді, сонымен қатар жүрек-қан тамырлар патологиясының дамуына ықпал етеді. Марганецтің нейротоксикалық әсерімен (дәнекерлеушілерде) үйлескенде, бұл кәсіби интоксикацияның даму қаупін тудырады.

Осылайша, зерттеліп отырған кәсіпорындағы еңбек жағдайлары химиялық фактор бойынша зиянды (3 класс) ретінде сипатталады, мұнда 3.1 және 3.2 қосалқы кластар басым. Негізгі ластаушылар-бейорганикалық силикат шаңы, темір тотығы және көміртегі тотығы болып табылады.

Шаңмен ластанудың жаппай сипаты анықталды: силикатты шаң бойынша РЕШШ асып кетуі тек жұмыскер кәсіптерде ғана емес ($19,3 \text{ мг/м}^3$ дейін, 3.2 класс), сонымен қатар инженерлік-техникалық персоналда да ($7,9 \text{ мг/м}^3$ дейін, 3.1 класс) тіркелген, бұл ауа алмасуын ұйымдастыру мен аумақты аймақтарға бөлудегі жүйелік кемшіліктерді көрсетеді.

Жерасты техникасының машинистері мен үрлегіштерде аэрозольдердің (шаң, металл оксидтері) және газдардың (СО) аралас әсері тыныс алу жолдарының ауруларының даму қаупі жоғары болуына байланысты, кәсіби тәуекелдерді бағалау кезінде басым назар аударуды талап етеді. Жұмыс аймағының ауасында көміртек тотығы мен марганецтің болуы созылмалы гипоксия мен нейротоксикалық әсерлердің даму қаупін тудырады, оны мерзімді медициналық тексерулер мен алдын алу шараларын әзірлеу кезінде ескеру қажет.



Сурет 1. 2-ші пилоттық кәсіпорын жұмыскерлерінің еңбек жағдайындағы зиянды химиялық заттардың көрсеткіштері

1-суретте көрсетілгендей, өндірістік бақылау нәтижелері бойынша екінші пилоттық кәсіпорында жұмыс аймағы ауасындағы бірқатар химиялық факторлардың шекті рұқсат етілген концентрацияларынан асуы анықталды.

Екінші пилоттық кәсіпорындағы өндірістік экологиялық бақылау деректерін талдау жұмыс аймағының ауасындағы зиянды химиялық заттардың шекті рұқсат етілген концентрацияларынан тұрақты түрде

асатынын көрсетті. Қолайсыз гигиеналық жағдайды қалыптастыратын негізгі факторлар, бейорганикалық силикатты шаң және дизель отыны аэрозольдері болып табылады.

1. Бейорганикалық силикатты шаңымен ластану: бейорганикалық силикат шаңының нормативтік талаптардан асып кетуі (құрамында 20-70% бос кремний диоксиді бар фракция) кең таралған және кәсіби топтардың кең ауқымына әсер еткен.

– таралу ауқымы: негізгі өндірістік кәсіптердің жұмыскерлерінде (тау-кен шеберлері, жарылғыш заттар, үрлегіштер, ұңғыма бұрғылаушылар, тиеу-жеткізу машиналарының (ТЖМ) және жерасты өздігінен жүретін машиналардың (ЖӨЖМ) машинистері, ұсатқыштар, сынама алушылар, электр слесарлары), сондай-ақ инженерлік-техникалық персонал (учаскелік геологтар, маркшейдерлер, әр түрлі мамандықтағы инженерлер, учаске бастықтары мен бастықтарының орынбасарлары) арасында шаңданудың жоғары деңгейі тіркелді;

– сандық бағалау: рұқсат етілген концентрацияға (РЕШШ) 4,0 мг/м³ қарағанда, тіркелген шаңның ең жоғары концентрациясы 8,7 мг/м³ құрады;

– еңбек жағдайларының жіктелуі: РЕШШ-дан 2,17 еседен асып кету еңбек жағдайларын 3-ші дәрежелі зиянды класқа, 3.1-кіші класқа (1-ші дәрежелі зиянды еңбек жағдайлары) жатқызуға әкеледі.

2. Дизель отынының аэрозольдерімен ластануы: екінші маңызды қауіп факторы жерасты қазбаларында дизельдік өздігінен жүретін техниканы қарқынды пайдаланумен байланысты дизель отынының аэрозольдерімен (көміртек-алкендердің құрамы бойынша бағаланды) ластануы болып табылады:

– сандық бағалау: ең жоғары концентрация 320 мг/м³-ге жетті, ал қалыпты 300 мг/м³ мәнімен салыстырғанда;

– еңбек жағдайларының жіктелуі: алынған артық көрсеткіш 3.1 еңбек жағдайларының класына да сәйкес келеді.

Алынған мәліметтер екінші пилоттық кәсіпорындағы ауа ортасының химиялық ластануының күрделі сипатын көрсетеді. Фиброгендік әсер ететін аэрозольдер (силикат шаңы) және дизель отынының жану өнімдері басым қауіп факторлары болып табылады.

Силикат шаңы рұқсат етілген шекті шамадан (РЕШШ) асып кетуі тек тау-кен массасымен тікелей байланыста болатын жұмысшыларда ғана емес (кеншілер, бұрғылаушылар, тиеу-жеткізу машиналарының (ТЖМ) және жерасты өздігінен жүретін машиналардың (ЖӨЖМ) машинистері), сонымен қатар инженерлік-техникалық корпус өкілдерінде (геологтар, маркшейдерлер, учаскелердің басшылығы) тіркелетіндігі ерекше гигиеналық маңызға ие. Бұл қолданыстағы жалпы желдету және жергілікті шаң басу жүйелерінің тиімділігінің жеткіліксіздігін, сондай-ақ ластанған ауаның өндірістік алаңдардан инженерлік-техникалық қызметкерлердің тұрақты немесе уақытша басқа орындарға көшуіне жол бермейтін тиімді аймақтарға бөлудің жоқтығын көрсетеді. Бұл аймақтарда шаңның болуы тыныс алу органдарын жеке қорғау құралдарымен (ЖҚК) тұрақты негізде жабдықталмаған қызметкерлер үшін ұзақ мерзімді денсаулыққа зиян келтіру қаупін тудырады.

Дизель отынының аэрозольдері бойынша (320 мг/м³ дейін) рұқсат етілген шекті шамадан (РЕШШ) асып кетуі жерасты қазбаларының шектеулі кеңістігінде дизельдік техниканы пайдаланудың жоғары тығыздығымен

байланысты. Артық мөлшері аз болса да (1,07 есе), құрамында канцерогенді компоненттері бар дизельдік сорғыштардың созылмалы әсері шаң жүктемесімен бірге тыныс алу және жүрек-қан тамырлары ауруларының дамуының кәсіби қаупін айтарлықтай арттырады.

Тиеу-жеткізу машиналарының (ТЖМ) және жерасты өздігінен жүретін машиналардың (ЖӨЖМ) машинистерінде, сондай-ақ үрлегіштерде силикат шаңы мен дизельдік аэрозольдердің синергетикалық әсері 3.1 кластың тұрақты зиянды еңбек жағдайларын тудырады, бұл дереу түзету шараларын қажет етеді.

Осылайша, екінші пилоттық кәсіпорындағы өндірістік бақылау химиялық факторлар бойынша гигиеналық нормативтердің жүйелі бұзылуының болуын растады. Жұмыскерлерде, инженерлік-техникалық қызметкерлерді де қоса алғанда, персоналдың едәуір бөлігі үшін еңбек жағдайлары зиянды деп жіктелді (3.1 класс).

Кәсіби қауіп деңгейін анықтайтын негізгі ластаушы заттар бейорганикалық силикат шаңы (РЕШШ-дан 2,17 есе, 8,7 мг/м³ дейін) және дизель отынының аэрозольдері (РЕШШ-дан 1,07 есе, 320 мг/м³ дейін) болып табылады.

Шаң деңгейінің жоғары болуы әкімшілік және техникалық персоналға таралуы ауа алмасу жүйесінің жетілмегендігін және инженерлік-техникалық персоналдың жұмыс орындарын шаң көздерінен оқшаулау жөніндегі сәулеттік жоспарлау шешімдерін қайта қарау қажеттілігін көрсетеді.

Үшінші пилоттық кәсіпорындағы өндірістік бақылау деректерін талдау жұмыс аймағының ауасында бірқатар химиялық факторлардың рұқсат етілген шекті концентрацияларының асып кеткенін көрсетті (2 кесте).

Темір тотығы РЕШШ бойынша электр газ дәнекерлеушіде 6,7 мг/м³ дейін (6,0 мг/м³ норма кезінде; еңбек жағдайларының класы (ЕЖК) 3.1) асып кеткен. Тау-кен шеберінде (12,7 мг/м³), үңгілеушіде және тау-кен жұмысшысында (жер асты) (19,3 мг/м³ дейін), ұсатқышта (қабылдау бункері) (16,9 мг/м³), сондай-ақ сорғы қондырғыларының машинисінде (17,3 мг/м³) жоғары деңгей байқалады, бұл (ЕЖК) 3.2 сәйкес келеді.

Көміртек оксидінің РЕШШ бойынша тау - кен шеберінде, үңгілеушіде, тау-кен жұмысшысында (жерасты) және сынама алушыда (сынамаларды бөлу және өңдеу) – 21,6 мг/м³ дейін, тиеу - жеткізу машинасының машинисінде - 22,3 мг/м³, электр газбен дәнекерлеушіде - 20,3 мг/м³ (нормасы 20,0 мг/м³; ЕЖК 3.1) жоғарылауы байқалды.

Бейорганикалық силикат шаңының концентрациясы (SiO₂ мөлшері 20-70%) жұмыскерлердің кең ауқымында нормативтік мәндерден (6,0 мг/м³) асып түсті. Бөлім бастығы мен учаске бастығында 6,2 мг/м³, электромонтерде - 6,9 мг/м³, жарылғыш материалдарды таратушыда - 6,5 мг/м³, маркшейдерлік қызмет мамандарында – 7,07 мг/м³ дейін, жарғышта - 11,6 мг/м³, сынама алушыда - 6,63 мг/м³, электрослесарьда және инженер-экологта - 7,9 мг/м³ дейін (ЕЖК 3.1) деңгейлер тіркелді. Ең жоғары концентрациялар тау-кен шеберінде (12,6 мг/м³), үңгілеушіде және тау-кен жұмысшысында (жер асты) (19,3 мг/м³ дейін), жерасты өздігінен жүретін машиналардың машинисінде (18,8 мг/м³), ұсатқышта (18,9 мг/м³) және тиеу-жеткізу машинасының машинисінде (18,6 мг/м³) байқалды, бұл ЕЖК 3.2 стандартына сәйкес келеді.

Кесте 2

3-ші пилоттық кәсіпорын жұмыскерлерінің еңбек жағдайындағы зиянды химиялық заттардың көрсеткіштері

Жұмыс орны	
Зиянды химиялық заттар: Темір оксиді	РЕШШ/РЕШД көрсеткіштері
1.электргаз дәнекерлеуші	6,7 мг/м ³
2. тау кеншісі	12,7 мг/м ³
3.үңгілеуші, тау-кен жұмысшысы (жер асты)	19,3 мг/м ³
4. машинист насосных установок	17,3 мг/м ³
5 жармалаушы (қабылдау бункері)	16,9 мг/м ³
Зиянды химиялық заттар: Көміртегі тотығы	
1. тау-кен шебері, үңгілеуші, тау-кен жұмысшысы (жер асты), сынама алғыш (сынамаларды іріктеу және өңдеу)	21,6 мг/м ³
2.тиеу-жеткізу машинасының машинисі	22,3 мг/м ³
3. электргаз дәнекерлеуші	20,3 мг/м ³
Зиянды химиялық заттар: бейорганикалық силикат шаңы (20-70% SiO ₂)	
1. бөлім бастығы, учаске бастығы	6,2 мг/м ³
2.электр жабдығын жөндеу және техникалық қызмет көрсету жөніндегі электрмонтері	6,9 мг/м ³
3. жарылғыш материалдарды таратушы	6,5 мг/м ³
4.маркшейдерлік қызмет мамандары	7,07 мг/м ³
5. жарушы	11,6 мг/м ³
6. сынама алғыш	6,63 мг/м ³
7. электрослесарь және инженер-эколог	7,9 мг/м ³
8. тау кеншісі	12,7 мг/м ³
9.үңгілеуші, тау-кен жұмысшысы (жер асты)	19,3 мг/м ³
10. жерасты өздігінен жүретін машиналар машинисі	18,8 мг/м ³
11. жармалаушы	18,9 мг/м ³
12.тиеу-жеткізу машинасының машинисі	18,6 мг/м ³
Зиянды химиялық заттар: Марганец және оның қосылыстары	
1.Электргаз дәнекерлеуші	0,35 мг/м ³

Марганец және оның қосылыстары РЕШШ бойынша қалыпты кезінде 0,2 мг/м³ салыстырғанда (ЕЖК 3.1) 0,35 мг/м³ жоғарылауы электр газбен дәнекерлеушіде белгіленді.

Өндірістік бақылау жүргізу барысында үшінші пилоттық кәсіпорында жұмыс аймағының ауасындағы зиянды химиялық заттардың құрамына бағалау жүргізілді. Ауа сынамаларын талдау бірнеше негізгі ластаушы заттар бойынша рұқсат етілген шекті концентрациядан (РЕШШ) жүйелі түрде асып кететінін анықтады, бұл еңбек жағдайларын әртүрлі ауырлық дәрежесіндегі зиянды (3-сынып) деп жіктеуге әкелді.

1. Бейорганикалық силикат шаңымен ластану: бейорганикалық силикат шаңымен (бос SiO₂ мөлшері 20-70%) ластануы ең кең таралған. Қалыпты мәннен асып кету (РЕШШ 6,0 мг/м³) әртүрлі кәсіптік топтардың өкілдері арасында тіркелді:

– 3.1 класты еңбек жағдайлары (зиянды жағдайлар, 1-ші дәрежеде): инженерлік-техникалық жұмыскерлер мен әкімшілік қызметкерлер, соның ішінде бөлім бастығы мен учаске бастығы (6,2 мг/м³), маркшейдерлік қызмет мамандары (7,07 мг/м³ дейін), инженер-эколог пен электрослесарды (7,9 мг/м³ дейін) қоса алғанда, сондай-ақ жарылғыш материалдарды таратқышта

(6,5 мг/м³), сынама алушыда (6,63 мг/м³) және жарылғышта (11,6 мг/м³) анықталды.

– 3.2 класындағы еңбек жағдайлары (зиянды жағдайлар, 2-ші дәреже): кен өндіру және бастапқы өңдеу үрдістерімен тікелей айналысатын жұмыскерлерге тән. Ең жоғары концентрациялар үңгілеушілер мен жерасты тау-кен жұмыскерлерінде (19,3 мг/м³ дейін), ұсатқыштарда (18,9 мг/м³), жерасты өздігінен жүретін машиналардың машинистерінде (18,8 мг/м³), тиеу-жеткізу машиналарының машинистерінде (18,6 мг/м³) және тау-кен шеберлерінде (12,6 мг/м³) байқалды.

2. Темір тотығымен ластану: темір тотығының концентрациясы қалыпты стандарттардан да асып түсті (РЕШШ = 6,0 мг/м³):

– электр газбен дәнекерлеушілерде 6,7 мг/м³ мәні тіркелген, бұл 3.1 класына сәйкес келеді;

– 3.2 класына сәйкес келетін айтарлықтай асып кетулер тау-кен шеберлерінде (12,7 мг/м³), сорғы қондырғыларының машинистерінде (17,3 мг/м³), қабылдау бункерінің ұсатқыштарында (16,9 мг/м³) және үңгілегіштерде/тау-кен жұмысшылары арасында (19,3 мг/м³ дейін) анықталды.

3. Көміртегі тотығымен ластану: көміртегі тотығының РЕШШ-дан (қалыпты-20,0 мг/м³) асатын деңгейі онша байқалмады, бірақ келесі жұмыскерлер санаттары үшін 3.1 класты еңбек жағдайларының қалыптасуына әкелді:

– тиеу-жеткізу машиналарының машинистерінде (22,3 мг/м³);

– тау-кен шеберлері, үңгілеушілер, тау-кен жұмысшылары және сынама алушылар (21,6 мг/м³ дейін);

– электр газбен дәнекерлеушілер (20,3 мг/м³).

4. Марганец және оның қосылыстарымен ластану: дәнекерлеу жұмыстары үшін ерекше қауіп факторы марганецтің рұқсат етілген шекті шамадан (РЕШШ) асып кетуі болды (қалыпты шама- 0,2 мг/м³). Электр газ дәнекерлеушілерде концентрация 0,35 мг/м³-ке жетті, ол 1-ші дәрежелі зиянды еңбек жағдайлары (3.1 класс) ретінде жіктеледі.

Алынған деректер зерттеліп отырған кәсіпорындағы ауа ортасының химиялық ластануының күрделі құрылымын көрсетеді. Негізгі ерекшелігі бірнеше зиянды факторлардың, әсіресе тау-кен өндірісіндегі кәсіптер топтарында (үңгілегіштер, ТЖМ машинистерінде және өздігінен жүретін машиналардың машинистері, ұсатқыштар) біріккен әсері байқалады. Бұл топтар силикат шаңы, темір тотығы және кейбір жағдайларда көміртегі тотығының рұқсат етілген шекті шамадан (РЕШШ) бір мезгілде асып кетуімен сипатталады, бұл 2-ші дәрежелі тұрақты зиянды еңбек жағдайларын (3.2 класс) құрайды. Бұл комбинацияның синергетикалық әсері кәсіби тыныс алу жолдарының аурулары (пневмокониоз, созылмалы бронхит) және жүйелі интоксикацияның даму қаупін едәуір арттырады.

Силикат шаңының (3.1 класс) асып кетуі тек жұмысшы кәсіптерінде ғана емес, сонымен қатар әкімшілік-басқару персоналында (учаскелердің, бөлімдердің бастықтары) және техникалық қадағалау жұмыскерлерінің (маркшейдерлер, экологтар) арасында да анықталғанына ерекше назар аудару қажет. Бұл жалпы желдетудің тиімділігінің жеткіліксіздігін және ластанған ауаның өндірістік аймақтардан кеңсе мен кеңсе бөлмелеріне көшуіне жол бермейтін сенімді кедергілердің жоқтығын көрсетеді. Инженерлік және техникалық персонал аймақтарында шаңның болуы кәсіпорынның жалпы

гигиеналық қауіпсіздігін төмендетеді және аумақты аймақтарға бөлу принциптерін қайта қарауды талап етеді.

Дәнекерлеушілер арасында марганец деңгейінің шамадан тыс көп болуы, тек 1-ші қауіптілік дәрежесіне (3.1 класс) сәйкес келсе де, бұл элементтің нейротоксикалық әсеріне байланысты ұзақ мерзімді қауіп төндіреді. Көміртегі тотығы мен темірі бар шаңның әсеріне ұшырауымен бірге бұл дәнекерлеу персоналы үшін нақты бір кәсіби қауіп профилін жасайды.

Осылайша, өндірістік бақылау химиялық фактор бойынша үшінші пилоттық кәсіпорындағы еңбек жағдайлары зиянды (3-класс), 3.1 және 3.2 кіші кластардың басым болуымен сипатталатынын растады. Кәсіби тәуекел деңгейін анықтайтын доминантты ластаушы - бейорганикалық силикат шаңы. Оның концентрациясы негізгі өндірістік циклдегі жұмыскерлер арасында ($19,3 \text{ мг/м}^3$ дейін) шекті деңгейге жетеді және инженерлік-техникалық персонал жұмыс істейтін аумақтарда да кездеседі. Технологиялық процестер (бұрғылау, тиеу, ұсақтау, дәнекерлеу) мен ауаның фиброгендік аэрозольдермен, темір және көміртегі тотықтарымен ластану деңгейі арасында айқын тәуелділік анықталды.

Қорытынды. Барлық зерттелген пилоттық кәсіпорындарда химиялық факторлардың рұқсат етілген шекті шамаларының (РЕШШ) тұрақты артуы тіркелді, нәтижесінде персоналдың айтарлықтай бөлігінің еңбек жағдайлары зиянды (3-класс, 3.1 және 3.2 кіші кластар) ретінде жіктеледі, бұл өндірістік ортаны ұйымдастырудағы жүйелік кемшіліктерді көрсетеді. Кәсіби қауіптің басым факторы-бейорганикалық силикат шаңы (құрамында SiO_2 20-70%) болып табылады, оның концентрациясы $19,3 \text{ мг/м}^3$ жетеді (РЕШШ-дан 3,2 есе асады), қосымша маңызды ластаушы заттарға темір және көміртегі тотықтары, дизель отынының аэрозольдері және марганец жатады.

Кәсіби әсер ету дифференциациясын талдау көрсеткендей, ластанудың жоғары деңгейлері (3.2 класс) бастапқы тау-кен цикліндегі жұмысшыларға (үңгілегіштер, ТЖМ/ӨЖМ машинистері, ұсатқыштар) тән екенін көрсетті, олар аэрозольдер мен газдардың аралас әсеріне ұшырайды, бұл пневмокониоз және өкпенің созылмалы обструктивті ауруы (ӨСОА) сияқты тыныс алу жолдарының кәсіби ауруларының даму қаупін тудырады. Сонымен бірге инженерлік-техникалық және әкімшілік персоналға зиянды еңбек жағдайларының (шаң бойынша 3.1-класс) таралуы анықталды, бұл жалпы алмасу желдетуінің тиімсіздігін, сонымен қатар өндірістік және қызмет көрсету аймақтарын сенімді аймақтарға бөлудің жоқтығын көрсетеді.

Дизельдік техниканы пайдалану көміртегі тотығының ($22,3 \text{ мг/м}^3$ дейін) және дизель аэрозольдерінің жоғары деңгейлерімен байланысты, бұл созылмалы гипоксия қаупін тудырады, ал дәнекерлеу марганецтің ($0,35 \text{ мг/м}^3$ дейін) және темір тотығының әсеріне байланысты, бұл нейротоксикалық және фиброгендік қауіп профилін тудырады.

Негізгі кәсіптегі жұмыскерлерде силикат шаңының, металл тотықтарының және улы газдардың аралас әсері ағзаға патогендік әсерді күшейтеді, бұл интегралды кәсіби тәуекелді бағалау кезінде ескеруді қажет етеді. Алынған нәтижелер тау-кен саласы жұмыскерлерінің денсаулығын қорғаудың қазіргі заманғы халықаралық тәсілдеріне сәйкес келетін еңбек жағдайларының гигиеналық жіктелуіне негізделген реактивті бақылаудан проактивті кәсіби тәуекелдерді басқаруға көшу қажеттілігін растайды.

Зерттеу нәтижелері тау-кен өнеркәсібіндегі жұмыскерлердің денсаулығын қорғаудың заманауи халықаралық тәсілдеріне сәйкес келетін еңбек жағдайларын гигиеналық жіктеуге негізделген кәсіби тәуекелдерді реактивті бақылаудан проактивті басқаруға көшу қажеттілігін негіздейді.

Әдебиеттер тізімі

1. Исмаилова, А.А. Комплексная гигиеническая оценка условий труда горнорабочих, занятых подземной добычей полиметаллической руды [Текст] / А.А. Исмаилова, А.А. Мусина, Р.К. Сулейменова [и др.] // Пермский медицинский журнал. – 2024. – Т. XLI, № 3. – С. 151–159.
2. Чеботарев, А.Г. Гигиеническая оценка физико-химических свойств рудничного аэрозоля [Текст] / А.Г. Чеботарев, И.Ю. Гибадулина, Н.С. Горячев // Пермский медицинский журнал. – 2020. – С. 30–35.
3. Горяев, Д.В. Гигиеническая оценка условий труда и профессиональной заболеваемости работников горнодобывающей промышленности в арктической зоне Норильского промышленного района [Текст] / Д.В. Горяев, А.Г. Фадеев, П.З. Шур // Анализ риска здоровью. – 2023. – С. 88–91.
4. Страшников, Т.Н. Оценка условий труда работников предприятия по добыче железной руды [Текст] / Т.Н. Страшников, А.М. Олещенко, Д.В. Суржилов, В.В. Кислицина // Санитарный врач. – 2019. – С. 23–30.
5. Горбанев, С.А. Профессиональная патология при добыче железной руды в Кольском Заполярье [Текст] / С.А. Горбанев, С.А. Сюрин // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 6. – С. 625–630. DOI: 10.47470/0016-9900-2019-98-6-625-630.
6. Сорокин, Г.А. Возрастная динамика рисков хронических болезней у горняков и металлургов Кольского Заполярья [Текст] / Г.А. Сорокин, С.А. Сюрин, М.Н. Кирьянова // Гигиена и санитария. – 2025. – Т. 104, № 1. – С. 63–70. DOI: 10.47470/0016-9900-2025-104-1-63-70.
7. Гурьев, А.В. Здоровье работников, имеющих профессиональные заболевания, причинами которых стали вредные химические факторы [Текст] / А.В. Гурьев, А.Р. Туков, А.С. Кретов // Токсикологический вестник. 2021. № 2. С. 41–45.
8. Zhang B., Yin X., Guo Y., Tong R. What occupational risk factors significantly affect miners' health: Findings from meta-analysis and association rule mining // Journal of Safety Research. – 2024. – Vol. 89. – P. 197–209. DOI: 10.1016/j.jsr.2024.02.010.
9. Entwistle J.A., Hursthouse A.S., Marinho Reis P.A., Stewart A.G. Metalliferous mine dust: human health impacts and the potential determinants of disease in mining communities // Current Pollution Reports. – 2019. – Vol. 5, No. 3. – P. 67–83. DOI: 10.1007/s40726-019-00108-5.
10. Jumpponen M., Rönkkömäki H., Pasanen P., Laitinen J. Occupational exposure to solid chemical agents in biomass-fired power plants and associated health effects // Chemosphere. 2014. Vol. 104. P. 25–31. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2013.10.025.
11. Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса: методические рекомендации : утв. приказом Председателя Комитета санитарно-эпидемиологического контроля Министерства здравоохранения Республики Казахстан от 31 декабря 2020 года № 24 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zan.kz/en/Document/DetailById?documentId=671d24ba-97cd-46be-9b09-69251a77c35e>.
12. Қалалық және ауылдық елді мекендерде, өнеркәсіптік ұйымдар аумақтарындағы атмосфералық ауаның гигиеналық нормативтерін бекіту туралы: Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің 2022 жылғы 02 тамыздағы № ҚР ДСМ-70 бұйрығы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200029011>.

13. Бухтияров, И.В. Актуальные вопросы улучшения условий труда и сохранения здоровья работников горнорудных предприятий [Текст] / И.В. Бухтияров, А.Г. Чеботарев, Н.Н. Курьеров, О.В. Сокур // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – № 59. – С. 24–29.
14. Yerdessov N., Izdenov A., Beisenov T., Suleimenova R., Serik B., Sraubaev E. Traumatism and occupational morbidity in mining industry of Kazakhstan // Journal of Public Health Research. – 2022. – Vol. 11. – P. 5. DOI: 10.4081/jphr.2021.2169.

Зерттеу жұмыстары ҚР ҒЖБМ Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институтының ғылыми-зерттеу жұмыстарын бағдарламалық-нысаналы қаржыландыруы шеңберінде BR22182667 «Еңбек жағдайлары және кәсіптік тәуекелдер: «жасыл экономикаға» көшу шеңберінде топтастырудың жіктелуі, санаттары мен өлшемшарттары» ғылыми-техникалық бағдарламасы аясында орындалды.

Материал редакцияға 14.05.25 түсті, 27.08.26 қабылданды.

**Л.М. Актаева¹, А.Б. Бекмагамбетов¹, А.М. Рахметова¹,
Г.К. Алшынбекова¹, Э.А. Кульмагамбетова¹, Н.Т. Сагиндикова¹**

*¹РГП на ПХВ Республиканский научно-исследовательский институт по охране
труда Министерства труда и социальной защите населения Республики
Казахстан, Астана, Казахстан*

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ НА РАБОТНИКОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

Аннотация. В статье представлен анализ технологической и химической среды предприятий горнодобывающей отрасли и ее воздействия на работников. Целью исследования являлась оценка влияния химических факторов производственной среды на работников горнодобывающей отрасли на основе анализа уровней их содержания в воздухе рабочей зоны и выявления условий фомирования профессиональных рисков. Установлено, что производственные технологические процессы сопровождаются выраженным пылеобразованием и выделением токсичных химических веществ, концентрации которых в ряде случаев превышают предельно допустимые нормы. На всех предприятиях в структуре вредных факторов преобладают неорганическая силикатная пыль, дизельные аэрозоли, а также оксиды металлов, углерода и марганца. На пилотных горнодобывающих предприятиях выявлено систематическое превышение допустимых уровней химических факторов, что обуславливает отнесение условий труда к вредным. Ведущим фактором риска является воздействие силикатной пыли в сочетании с другими промышленными загрязнителями. Наибольшему воздействию подвергаются работники основного производственного цикла, при этом неблагоприятные условия выявлены и среди инженерно-технического персонала, что свидетельствует о недостаточной эффективности вентиляции и зонирования. Полученные данные обосновывают необходимость внедрения проактивного управления профессиональными рисками с целью снижения негативного воздействия производственной среды.

Ключевые слова: горнодобывающие отрасли, технологический процесс, условия труда, химический фактор, пыль неорганическая силикатная, оксид железа, оксид углерода.

L.M. Aktayeva¹, A.B. Bekmagambetov¹, A.M. Rakhmetova¹,
G.K. Alshynbekova¹, E.A. Kulmagambetova¹, N.T. Sagindikova¹

¹*Republican Scientific Research Institute on Labor Protection of the Ministry of Labor and
Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan,
Astana, Kazakhstan*

THE INFLUENCE OF CHEMICAL FACTORS OF THE PRODUCTION ENVIRONMENT ON WORKERS IN THE MINING INDUSTRY

Abstract. This article presents an analysis of the technological and chemical environment of mining enterprises and its impact on workers. The aim of the study was to assess the impact of chemical factors of the industrial environment on mining workers based on an analysis of their levels in the air of the work area and to identify conditions for occupational risks. It has been established that production processes are accompanied by pronounced dust formation and the release of toxic chemicals, the concentrations of which in some cases exceed the maximum permissible standards. In all enterprises, the structure of harmful factors is dominated by inorganic silicate dust, diesel aerosols, as well as metal oxides, carbon and manganese. Systematic excess of permissible levels of chemical factors has been revealed at pilot mining enterprises, which determines the classification of working conditions as harmful. The leading risk factor is exposure to silicate dust in combination with other industrial pollutants. Employees of the main production cycle are most affected, while unfavorable conditions have also been identified among engineering and technical personnel, which indicates insufficient ventilation and zoning efficiency. The data obtained substantiate the need to implement proactive occupational risk management in order to reduce the negative impact of the production environment.

Keywords: mining industries, technological process, working conditions, chemical factor, inorganic silicate dust, iron oxide, carbon monoxide.

References

1. Ismailova A.A., Musina A.A., Suleimenova R.K. et al. Kompleksnaya gigenicheskaya otsenka usloviy truda gornorabochikh, zanyatykh podzemnoy dobychey polimetallicheskoй rudy [Comprehensive Hygienic Assessment of Working Conditions of Miners Engaged in Underground Polymetallic Ore Mining] // Perm Medical Journal. – 2024. – Vol. XLI, No. 3. – P. 151–159 [in Russian].
2. Chebotarev A.G., Gibadulina I.Yu., Goryachev N.S. Gigenicheskaya otsenka fiziko-khimicheskikh svoystv rudnichnogo aerolya [Hygienic Assessment of the Physicochemical Properties of Mine Aerosol] // Perm Medical Journal. – 2020. – P. 30–35 [in Russian].
3. Goryaev D.V., Fadeev A.G., Shur P.Z. Gigenicheskaya otsenka usloviy truda i professional'noy zabolevaemosti rabotnikov gornodobyvayushchey promyshlennosti v arkticheskoy zone Noril'skogo promyshlennogo rayona [Hygienic Assessment of Working Conditions and Occupational Morbidity among Mining Industry Workers in the Arctic Zone of the Norilsk Industrial District] // Health Risk Analysis. – 2023. – P. 88–91 [in Russian].
4. Strashnikova T.N., Oleshchenko A.M., Surzhikov D.V., Kislitsina V.V. Otsenka usloviy truda rabotnikov predpriyatiya po dobyche zheleznoy rudy [Assessment of Working Conditions of Employees at an Iron Ore Mining Enterprise] // Sanitary Doctor. – 2019. – P. 23–30 [in Russian].
5. Gorbaney S.A., Syurin S.A. Professional'naya patologiya pri dobyche zheleznoy rudy v Kol'skom Zapolyar'e [Occupational Pathology in Iron Ore Mining in the Kola

- Arctic] // Hygiene and Sanitation. – 2019. – Vol. 98, No. 6. – P. 625–630. – DOI: 10.47470/0016-9900-2019-98-6-625-630 [in Russian].
6. Sorokin G.A., Syurin S.A., Kir'yanova M.N. Vozrastnaya dinamika riskov khronicheskikh bolezney u gornyakov i metallurgov Kol'skogo Zapolyar'ya [Age-Related Dynamics of Chronic Disease Risks among Miners and Metallurgists in the Kola Arctic] // Hygiene and Sanitation. – 2025. – Vol. 104, No. 1. – P. 63–70. – DOI: 10.47470/0016-9900-2025-104-1-63-70 [in Russian].
 7. Gur'ev A.V., Tukov A.R., Kretov A.S. Zdorov'e rabotnikov, imeyushchikh professional'nye zabolevaniya, prichinami kotorykh stali vrednye khimicheskie faktory [Health of Workers with Occupational Diseases Caused by Hazardous Chemical Factors] // Toxicological Review. – 2021. – No. 2. – P. 41–45 [in Russian].
 8. Zhang B., Yin X., Guo Y., Tong R. What occupational risk factors significantly affect miners' health: Findings from meta-analysis and association rule mining // Journal of Safety Research. – 2024. – Vol. 89. – P. 197–209. – DOI: 10.1016/j.jsr.2024.02.010.
 9. Entwistle J.A., Hursthouse A.S., Marinho Reis P.A., Stewart A.G. Metalliferous mine dust: human health impacts and the potential determinants of disease in mining communities // Current Pollution Reports. – 2019. – Vol. 5, No. 3. – P. 67–83. – DOI: 10.1007/s40726-019-00108-5.
 10. Jumpponen M., Rönkkömäki H., Pasanen P., Laitinen J. Occupational exposure to solid chemical agents in biomass-fired power plants and associated health effects // Chemosphere. – 2014. – Vol. 104. – P. 25–31. – DOI: 10.1016/j.chemosphere.2013.10.025.
 11. Hygienic Criteria for the Assessment and Classification of Working Conditions According to the Indicators of Harmfulness and Hazard of Occupational Environmental Factors, Work Severity and Work Intensity: Methodological Recommendations: Approved by Order No. 24 of the Chairman of the Committee for Sanitary and Epidemiological Control of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan dated December 31, 2020 [Electronic resource]. – Access mode: <https://zan.kz/en/Document/DetailById?documentId=671d24ba-97cd-46be-9b09-69251a77c35e> [in Russian].
 12. On Approval of Hygienic Standards for Atmospheric Air in Urban and Rural Settlements and in the Territories of Industrial Organizations: Order No. ҚР ДСМ-70 of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan dated August 2, 2022 [Electronic resource]. – Access mode: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200029011> [in Kazakh].
 13. Bukhtiyarov I.V., Chebotarev A.G., Kur'yev N.N., Sokur O.V. Aktual'nye voprosy uluchsheniya usloviy truda i sokhraneniya zdorov'ya rabotnikov gornorudnykh predpriyatiy [Current Issues in Improving Working Conditions and Preserving the Health of Workers at Mining Enterprises] // Occupational Medicine and Industrial Ecology. – 2019. – No. 59. – P. 24–29 [in Russian].
 14. Yerdessov N., Izdenov A., Beisenov T., Suleimenova R., Serik B., Sraubaev E. Traumatism and occupational morbidity in mining industry of Kazakhstan // Journal of Public Health Research. – 2022. – Vol. 11. – P. 5. – DOI: 10.4081/jphr.2021.2169.