

УДК 331.45
МРНТИ 86.21



АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА ГОРНОРАБОЧИХ ПОДЗЕМНОГО РУДНИКА

^aГ.К. Даумова ✉ 

^aВосточно-Казахстанский областной филиал Республиканского научно-исследовательского института по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан, г. Усть-Каменогорск, Казахстан

Аннотация

Исследование посвящено анализу условий труда на Орловском руднике, занимающемся подземной добычей медно-полиметаллической руды. Актуальность работы обусловлена необходимостью обеспечения безопасности и гигиены труда горнорабочих в сложных производственных условиях. На основе данных аттестации рабочих мест Орловского рудника была выполнена математическая обработка показателей производственных факторов. В результате исследований было выявлено, что работники подземных добычных участков подвергаются вредному воздействию химических факторов, таких как диоксид кремния (в 1,3-1,9 раза выше нормы), диоксид серы (в 1,4-1,65 раза выше нормы), диоксид азота (в 1,75-2 раза выше нормы) и аммиак (в 2,1-2,2 раза выше нормы). Оценка состояния условий труда по микроклиматическим факторам показала превышение температуры воздуха (в 4-12 раза выше нормы) и относительной влажности (в 3-10 раза выше нормы) на рабочих местах. Полученные данные свидетельствуют о необходимости модернизации вентиляционных систем, улучшения средств индивидуальной защиты и оптимизации условий труда для снижения профессиональных рисков. Выводы и рекомендации исследования могут быть использованы для разработки стратегий повышения безопасности и эффективности труда на горнорудных предприятиях.

Ключевые слова

рудник;
горнорабочие;
условия труда;
химические факторы;
микроклиматические факторы;
нормативное значение

Введение

Рудники представляют собой сложную производственную сферу с опасными условиями труда, где внезапные изменения геологической обстановки, неправильные действия и несоблюдение требований

Автор для корреспонденции gulzhan.daumova@mail.ru Даумова Г.К. - кандидат технических наук, ассоциированный профессор, ведущий научный сотрудник Восточно-Казахстанского областного филиала Республиканского научно-исследовательского института по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан, Серикбаева 19, 070001, Усть-Каменогорск, Казахстан

Поступила 8 ноября 2024; одобрена 15 декабря 2024; Доступна online 30 декабря 2024

© 2024 The Authors. Издательство РНИИОТ

CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

правил безопасности даже одним человеком могут привести к катастрофическим последствиям с многочисленными человеческими жертвами.

Для повышения и эффективности работы системы управления промышленной безопасностью необходимо провести мониторинг опасных и вредных факторов, которые предотвращают возникновения аварий и несчастных случаев на руднике. Поэтому исследования условий труда на рудниках являются актуальными.

Добыча медно-полиметаллической руды осваивается двумя способами, открытым или закрытым способом. Каждый из способов имеет особенности производственного и технологического цикла, организации работ и используемого производственного оборудования. Добыча руды под землей ведется на глубине 500 м, достигает иногда 800-1500 м., что влечет усложнение условий производства горных работ, ухудшение условий труда.

Условия труда горнорабочих характеризуются комплексом вредных производственных факторов, ведущими из которых являются высокая запыленность и загазованность воздушной среды и нагревающий микроклимат.

Различие производственной среды и трудового процесса определяют разный спектр воздействующих производственных факторов. Для создания и эффективного функционирования на предприятиях системы промышленной безопасности необходимо адекватно оценивать имеющиеся риски (Mougas, F., 2020) и располагать максимально полной информацией о ситуации на производстве.

Современные условия труда работников горнорудных производств характеризуются действием физических и химических факторов, таких как шум, пыль, микроклимат, вибрация и др. уровни, которых могут превышать допустимые нормы (Kruzhilko, O. etc., 2022). Необходимым условием для обеспечения безопасных условий труда и снижения риска развития профессиональных заболеваний является модернизация и совершенствование механизма предоставления средств индивидуальной защиты (Watson, C., 2019).

Оценке воздействия негативных химических факторов на горно-обогатительных предприятиях посвящён ряд исследований учёных. Авторами (Rebello, S., 2020) выявлена связь между профессиональной заболеваемостью и загрязнением окружающей среды, дана интегральная оценка условиям труда, проведён анализ условий труда по химическому фактору работников подземных шахт, выявлено загрязнение воздуха вредными и опасными для здоровья газами и пылью. По мере увеличения глубины горных работ от вентиляционных стволов увеличивается опасность загазованности и в следствии этого снижается скорость разрежения вредных газов и проветривания выработок. В исследовании некоторых авторов (Strumiński, A., 2020) установлено, что на подземных рудниках наиболее вредными газами являются диоксид углерода, сероводород, метан и оксиды азота.

Banasiewicz и другими (Banasiewicz, A., 2023) проанализированы опасность оксидов азота, определены источники выбросов NOx в атмосферу рудника. Также было выявлено, что наибольшее влияние на загрязнение воздуха оказывает дизельная горнодобывающая техника.

Микроклиматические условия в подземных шахтах также влияют на условия труда, и соответственно на работоспособность, производственные травмы и профессиональные заболевания рабочих (Varghese, B.M., 2018). Авторами (Roghanchi, P., 2018) исследованы проблемы нагревающего микроклимата в подземных разработках. Воздействие теплового стресса является серьезной проблемой для здоровья, безопасности и эффективности труда горняков, работающих в подземных шахтах (Roy, S., 2022).

Можно отметить, что в 2017 году произошли изменения в правилах в области контроля теплового стресса на польских шахтах (Szlazak, N., 2019). Введен новый индекс «замещающей климатической температуры» (SCT), который учитывает оценку безопасной работы в глубоких шахтах. В связи с этим, польские исследователи уделяют внимание теплоизоляции одежды при оценке нагревающего микроклимата на рабочем месте.

Результаты следующей работы (Wróblewski, A., 2021) показали, что наиболее опасным фактором является климатическая опасность, связанная с постоянно повышающейся температурой горных пород, которая на польских медных рудниках составляет до 50 °C.

Существующие проблемы связанные с негативным влиянием микроклимата на здоровье горняков США, стало причиной разработки Национальным институтом охраны труда (NIOSH) проекта требований и рекомендации по защите здоровья работников, подвергающихся перегреву, которые обязательны к исполнению работодателем (Jacklitsch, B., 2016). Этот документ содержит рекомендации, и называет причины по которым их необходимо выполнять, а также показывает последствия неисполнения, в результате чего происходит ухудшения здоровья при чрезмерном перегреве, что может привести к снижению способности работника выдержать перегрев (уровень физической подготовки, отсутствие опыта работы при перегреве).

Параметры микроклимата зависят от многих причин. В первую очередь, от климатических условий района, в котором расположено предприятие, глубины залегания и удаления выработок от воздухоподающих стволов (Mal'tsev, S.V., 2020). Также другими авторами (Zaitsev, A., 2023) установлено, что

температура воздуха в горных выработках зависит от теплообмена воздуха с горным массивом и теплообмен за счет источников тепла.

В связи с вышеизложенным, представляло интерес изучить условия труда по химическому и физическому факторам на Орловском руднике.

Таким образом, научная новизна проведенных исследований заключается в следующем:

- впервые проведено комплексное исследование условий труда рабочих мест на Орловском руднике по добыче медно-полиметаллической руды;
- выявлены участки, где рабочие подвергаются наибольшему воздействию вредных факторов;
- проведена оценка рабочих мест основных профессий предприятий по воздействию химических и микроклиматических факторов.

Объект и методы исследований

Объектом исследований является Орловский рудник, (Орловское месторождение), расположенный на территории Восточно-Казахстанской области в поселке Жезкент, в 135 км на северо-запад от областного центра г. Усть-Каменогорска и в 40 км к северо-востоку от районного центра г. Бородулихи. На руднике производится добыча медно-полиметаллической руды закрытым способом, годовая производительность 1300 тыс. т руды.

Горные работы по подземной добыче медной руды на Орловском руднике включают следующие технологические процессы:

- вскрытие рудных залежей;
- горнопроходческие работы;
- очистная выемка;
- взрывные работы, транспортировка, хранение и использование взрывчатых материалов;
- поддержание кровли и крепление горных выработок;
- транспортировка и выдача руды, материалов и оборудования;
- проветривание горных выработок;
- водоотлив;
- энергоснабжение;
- эксплуатация сосудов, работающих под давлением.

К настоящему времени Орловское месторождение вскрыто до 12 горизонта центрально расположенными стволами шахт "Орловская" и "Скиповая" и расположенными на флангах стволами шахт "Северная" и "Южная".

Рудные тела представлены сложными межпластовыми залежами, залегающими на глубине от 70 до 1200 м от поверхности.

Ствол шахты "Орловская" диаметром в свету 6,5 м пройден до 12 горизонта, оборудован двумя одноклетевыми подъемами и служит для спуска-подъема людей, материалов, оборудования и подачи свежего воздуха в количестве до 230 м³/с.

Ствол шахты "Скиповая" диаметром в свету 5 м пройден до 12 горизонта, оборудован двухскиповым рудным и односкиповым породным подъемами.

Ствол шахты "Северная" диаметром в свету 5 м пройден до 11 горизонта, оборудован одноклетевым подъемом и служит для подачи свежего воздуха в количестве до 120 м³/с и аварийного подъема людей.

Ствол шахты "Южная" диаметром в свету 5 м пройден до 10 горизонта, оборудован одноклетевым подъемом и служит для выдачи загрязненного воздуха в количестве до 249 м³/с и аварийного подъема людей.

Ствол шахты "Новая" диаметром в свету 7 м пройден на глубину 100 м от поверхности. Дальнейшая проходка его приостановлена в связи со сложными гидрогеологическими условиями (Проект, 2017).

В состав Орловского рудника входят добычные участки №1, 2, 3, горнопроходческий участок, участок буровзрывных работ, участок крепления горных выработок и участок закладки выработанного пространства.

Настоящая работа основана на результатах аттестации рабочих мест и гигиенической оценке условий труда представителей основных рабочих профессий подземного рудника. Исследования включали измерения физических (температуры, относительной влажности) и химических (диоксид кремния, азот, аммиак) факторов рабочей среды.

В ходе замеров производственных факторов были использованы следующие приборы: прибор контроля параметров воздушной среды Метеометр «МЭС-200А», газоанализатор непрерывного контроля «ГАНК- 4АР».

Полученные данные сопоставляли с установленными нормативами, предусмотренными санитарными правилами, гигиеническими нормативами, утверждаемыми в порядке, определяемом государ-

ственным органом в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения в соответствии Кодексом Республики Казахстан «О здоровье народа и системе здравоохранения» [16].

Результаты и обсуждение

Проведено исследование условий труда рабочих мест на подземных участках добычи №1, 2, 3, горнопроходческих участках, участках буровзрывных работ, крепления горных выработок, вертикального и горизонтального внутришахтного транспорта Орловского рудника.

По результатам аттестации рабочих мест на основе уровней вредных производственных факторов непосредственно на рабочих местах, определенных с помощью инструментальных замеров определены существующие риски.

В результате исследований было выявлено, что сотрудники подземных добычных участков подвергаются вредному воздействию химических факторов. В воздухе рабочей зоны наблюдалось превышение по запыленности (диоксид кремния) в 1,73 раза, по содержанию диоксида серы в 1,65 раза, по содержанию азота диоксида в 2 раза, по содержанию аммиака в 2,1. На участке буровзрывных работ выявлено превышение допустимых концентраций по запыленности в 1,4 – 1,9 раза. На участке крепления горных выработок наблюдалось превышение ПДК по запыленности в 1,87 раза, по содержанию диоксида серы в 1,4 раза, по содержанию азота диоксида в 1,75 раза, по содержанию аммиака – в 2,2 раза. При оценке состояния условий труда на рабочих местах участков горизонтального и вертикального внутришахтного транспорта наблюдалось незначительное превышение допустимых норм по запыленности в 1,3 раза (рисунки 1-3).

Распределение концентрации диоксида кремния в рабочей зоне на всех участках показаны на рисунке 1.

Согласно (Кодекс Республики Казахстан, 2020) ПДК по диоксиду кремния составляет 6 мг/м³. Исходя из рисунка 1 можно сделать вывод, что в рабочих зонах исследуемых участков значение диоксида кремния, выделяющегося в воздух рабочей зоны при транспортировке горной массы превышает нормативное значение.

По результатам исследования можно сделать вывод, что концентрации диоксида азота в рабочей зоне исследуемых участков превышает нормативное значение равное 2 мг/м³.

Результаты анализа проведенных исследований показали, что на участках рудника кроме рабочей зоны участка горнопроходческих участков наблюдается превышение аммиака (ПДК-20 мг/м³), в связи с взрывными работами, где в составе взрывоопасного вещества используется нитрат аммония.

Наибольшему воздействию вредного химического фактора подвергаются сотрудники предприятия, работающие на следующих участках: подземных добычных работ и крепления горных выработок.

Результаты оценки состояния условий труда на рабочих местах показали превышение микроклиматических факторов (рисунки 4 и 5) в некоторых участках, в частности температуры воздуха в рабочей зоне выше нормы на 5-12 °С.

Показатели относительной влажности рабочей зоны исследуемых участков представлены на рисунке 5.

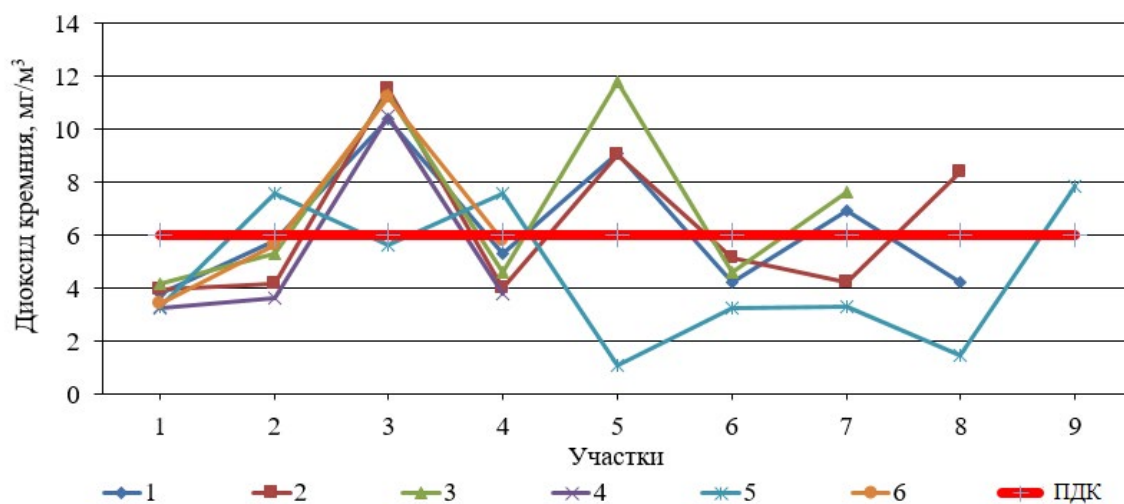
Результаты оценки состояния условий труда на рабочих местах также показали превышение микроклиматических факторов в некоторых участках:

- в подземном добычном участке №1 температура воздуха в рабочей зоне выше нормы на 9-12 °С, относительная влажность воздуха на 8-9%;
- на рабочих местах подземного добычного участка №2 температура воздуха выше нормы на 5-8 °С, относительная влажность воздуха на 6-10%;
- на рабочих местах подземного добычного участка №3 температура воздуха выше нормы на 6-9 °С, относительная влажность воздуха на 7-10%;
- на рабочих местах участка горнопроходческих работ температура воздуха выше нормы на 6-8 °С, относительная влажность воздуха на 3-5%;
- на рабочих местах участка буровзрывных работ температура воздуха выше нормы на 4-6 °С, относительная влажность воздуха на 3-4%, по уровню шума на 9-12 дБА.

На участке крепления горных выработок температура воздуха выше нормы на 6-13 °С, влажность воздуха на 3-10%. На участке горизонтального внутришахтного транспорта превышение отмечилось по уровню шума на 11 дБА, а на участке закладки выработанного пространства уровень шума на 5-13 дБА.

Результаты анализа показали, что по температуре воздуха и относительной влажности воздуха в рабочей зоне участки закладки выработанного пространства не наблюдаются превышения нормативных значений.

Оценка рабочих мест по воздействию химических и физических факторов в соответствии с профессией представлена в таблице 1.



1- подземный добычный участок №1, 2 - подземный добычный участок №2, 3 - подземный добычный участок №3, 4 - участок горнопроходческих работ, 5 - участок закладки выработанного пространства, 6 - участок крепления горных выработок

Рисунок 1 - Концентрации диоксида кремния в рабочей зоне исследуемых участков

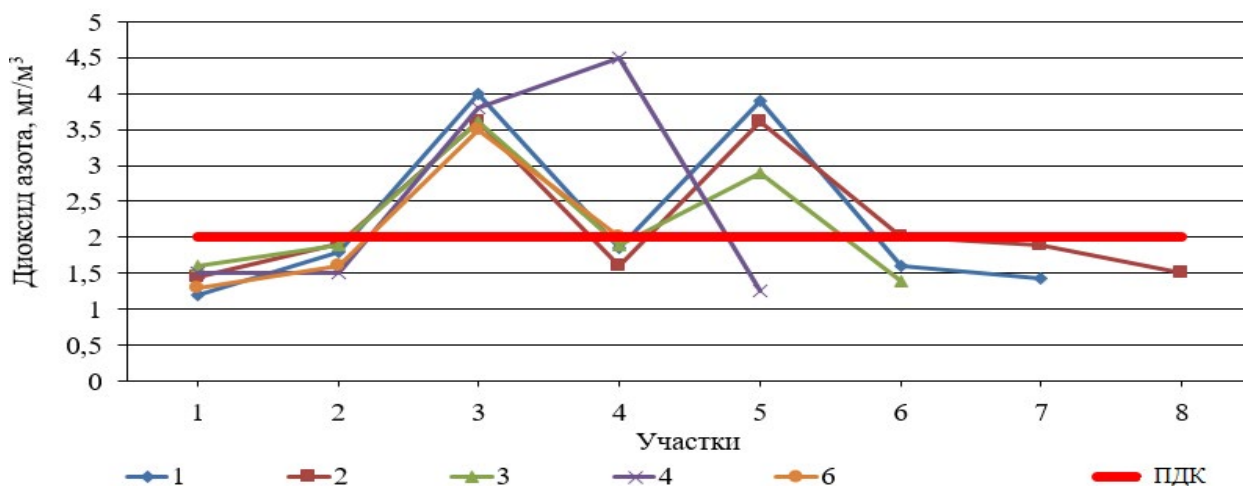


Рисунок 2 - Концентрации диоксида азота в рабочей зоне исследуемых участков

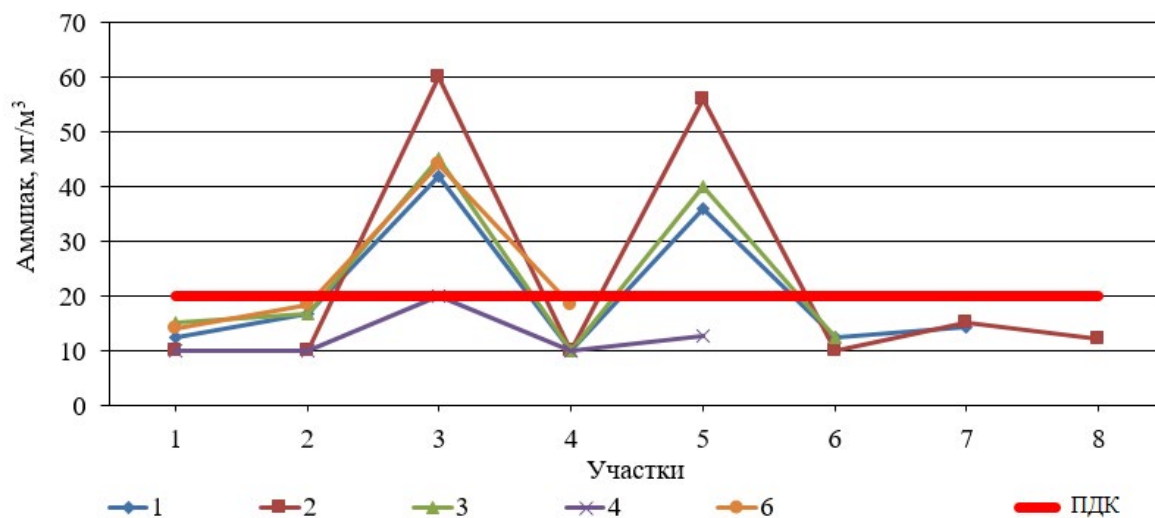


Рисунок 3 - Концентрации аммиака в рабочей зоне исследуемых участков

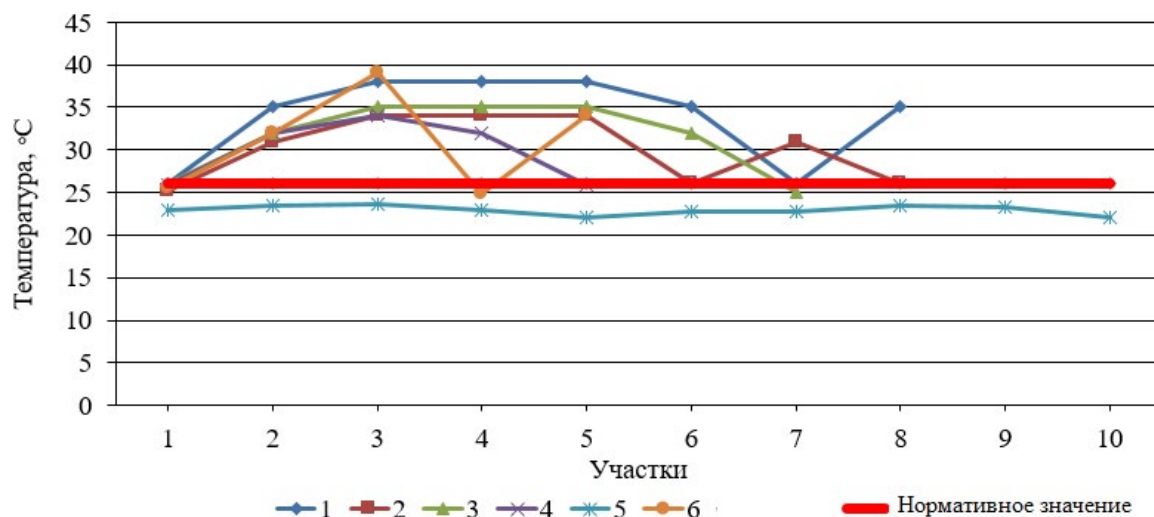


Рисунок 4 - Показателя температуры рабочей зоны исследуемых участков

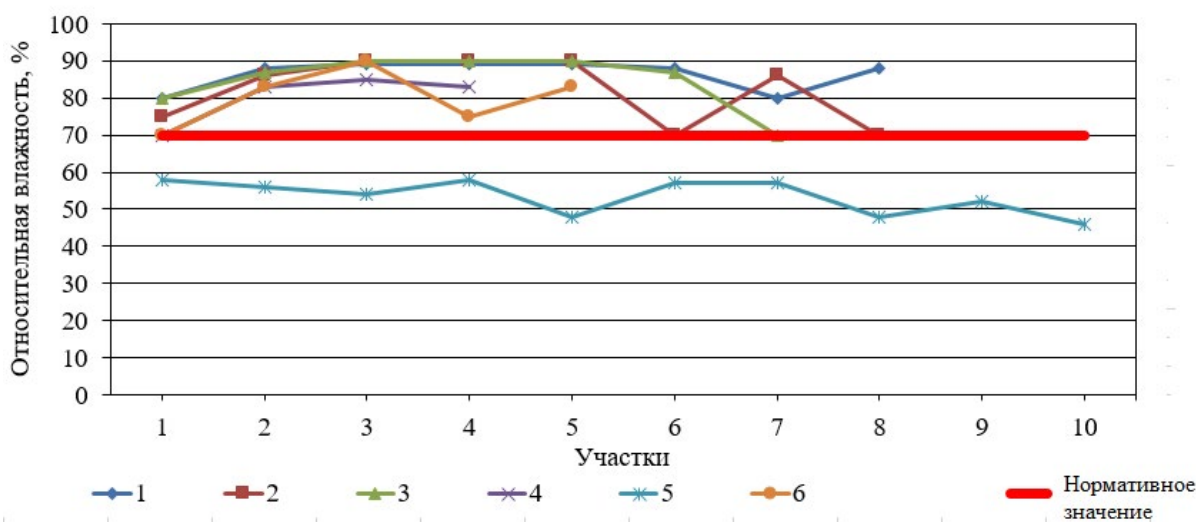


Рисунок 5 - Показатели относительной влажности рабочей зоны исследуемых участков

Из таблицы 1 можно сделать вывод, что по степени производственных факторов на рабочих местах Орловского рудника подвергаются к вредным условиям труда в основном проходчики, которые работают на подземных добычных участках.

Таблица 1 - Оценка рабочих мест основных профессий рудника по воздействию химических и микроклиматических факторов

№	Наименование профессии	Температура воздуха в рабочей зоне, 0C	Относительная влажность, %	Диоксид азота	Аммиак	Запыленность
1	Бурильщик шпуров	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1
2	Проходчик	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
3	Горнорабочий	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2
4	Крепильщик	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1

Заключение

Статья посвящена изучению условий труда рабочих подземного рудника при добыче медной руды на примере Орловского рудника. В рамках проведенной аттестации рабочих мест были исследованы условия труда ведущих рабочих специальностей, занятых в добыче медной руды.

В результате исследований было выявлено, что сотрудники подземных добычных участков подвергаются вредному воздействию химических факторов. В воздухе рабочей зоны наблюдалось превышение по запыленности (диоксид кремния) (1,3-1,9 раза), диоксида серы (1,4-1,65 раза), диоксида азота (1,75-2 раза) и по содержанию аммиака (2,1-2,2 раза). Наиболее подвержены этим факторам сотрудники подземных добычных участков и участков крепления горных выработок. Эти данные подтверждают необходимость модернизации вентиляционных систем и использования более эффективных средств индивидуальной защиты.

Оценка состояния условий труда по микроклиматическим факторам показала превышение температуры воздуха (4-12 раза) и относительной влажности (3-10 раза) на рабочих местах. Наибольшие превышения отмечены на участках крепления горных выработок. Такие условия повышают риск теплового стресса и снижают работоспособность сотрудников.

Полученные данные по результатам гигиенических исследований, свидетельствовали, что общая оценка условий труда для работников основных профессий, занятых добычей рудной породы в подземных условиях, соответствовала третьему вредному классу 1-2-й степени вредности (3.1–3.2).

Для обеспечения безопасности и улучшения условий труда на Орловском руднике необходимо принять следующие меры:

- Модернизация вентиляционных систем. Установить современные вентиляционные установки, которые обеспечат эффективное удаление вредных газов, таких как диоксид кремния, диоксид серы, диоксид азота и аммиак. Это значительно снизит загазованность рабочих зон и улучшит качество воздуха.

- Улучшение средств индивидуальной защиты (СИЗ). Оснастить сотрудников рудника современными масками, фильтрами и спецодеждой, которые эффективно защищают от химических загрязнений и обеспечивают комфорт в условиях повышенной температуры и влажности.

Результаты данного исследования могут быть использованы для разработки стратегий повышения безопасности и эффективности труда на горнорудных предприятиях.

Благодарность, источники финансирования

В статье представлены результаты научных исследований, полученные в ходе реализации научно-технической программы на тему «Условия труда и профессиональные риски: классификация, категории и критерии группировки в рамках перехода к «зеленой экономике» (IPN BR22182667).

Вклад автора

Автор провел анализ данных и разработал рекомендации по снижению негативного влияния условий труда в подземных рудниках. На основе аттестации рабочих мест были обработаны данные о концентрациях вредных химических веществ и микроклиматических параметрах. Результаты сопоставлены с установленными нормативами, выявлены случаи превышения и определены зоны риска. Автор подготовил графические материалы, демонстрирующие распределение вредных факторов по различным участкам рудника. На основе полученных данных обосновано влияние выявленных факторов на здоровье работников и уточнены профессии, наиболее подверженные риску.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Список использованных источников

1. Mouras, F., Badri, A. (2020). Survey of the risk management methods, techniques and software used most frequently in occupational health and safety. *International Journal of Safety and Security Engineering*, 10(2), 149-160. <https://doi.org/10.18280/ijssse.100201>
2. Kruzshilko, O., Maystrenko, V., Tkalych, I., Polukarov, Y., Kalinchyk, V.P., Neklonskyi, I., Ryzhchenko, O. (2022). Study of the harmful factors influence on the occupational risk level: The example of the Ukrainian mining industry. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 110(1), 35-41. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.7029>
3. Watson, C., Troynikov, O., Lingard, H. (2019). Design considerations for low-level risk personal protective clothing: A review. *Industrial Health*, 57(3), 306-325. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2018-0040>
4. Rebello, S., Anoopkumar, A.N., Aneesh, E.M., Raveendran, S., Parameswaran, B., Kim, S.H., Pandey A. (2020). Hazardous mineral mining: Challenges and solutions. *Journal of Hazardous Materials*, 402, 123474. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123474>
5. Strumiński, A., Madeja-Strumińska, B. (2020). Mine ventilation practice in Polish copper mines. *Mining in the New Millennium Challenges and Opportunities*. CRC Press: London, UK, 173-179.

6. Banasiewicz, A., Śliwiński, P., Krot, P., Wodecki, J., Zimroz, R. (2023). Prediction of NOx emission based on data of LHD on-board monitoring system in a deep underground mine. *Energies*, 16(5), 2149. <https://doi.org/10.3390/en16052149>
7. Varghese, B.M., Hansen, A., Bi, P., Pisaniello, D. (2018). Are workers at risk of occupational injuries due to heat exposure? A comprehensive literature review. *Safety Science*, 110, 380-392. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.04.027>
8. Roghanchi, P., Kocsis, K.C. (2018). Challenges in selecting an appropriate heat stress index to protect workers in hot and humid underground mines. *Safety and Health at Work*, 9(1), 10-16. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2017.04.002>
9. Roy, S., Mishra, D.P., Bhattacharjee, R.M. (2022). Heat stress in underground mines and its control measures: A systematic literature review and retrospective analysis. *Mining, Metallurgy and Exploration*, 39, 357-383. <https://doi.org/10.1007/s42461-021-00532-6>
10. Szlązak, N., Obracaj, D. (2019). Evaluation of Microclimate Conditions in Polish Underground Mines. *Proceedings of the 11th International Mine Ventilation Congress*. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-1420-9>
11. Wróblewski, A., Banasiewicz, A., Gola, S. (2021). Heat balance determination methods for mining areas in underground mines-A review. *Proceedings of the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 942, 012011. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/942/1/012011>
12. Jacklitsch, B., Williams, W.J., Musolin, K., Coca, A., Kim, J.H., Turner, N., Cincinatti, O.H. (2016). NIOSH criteria for a recommended standard: Occupational Exposure to Heat and Hot Environments. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/pdfs/2016-106.pdf?id=10.26616/NIOSH-PUB2016106>
13. Mal'tsev, S.V., Semin, M.A. Kormshchikov, D.S. (2020). A method to determine aerodynamic drag coefficient in copper-nickel mine shafts. *Journal of Mining Science*, 56, 1032-1039. <https://doi.org/10.1134/S1062739120060150>
14. Zaitsev, A., Shalimov, A., Borodavkin, D. (2023). Unsteady coupled heat transfer in the air and surrounding rock mass for mine excavations with distributed heat sources. *Fluids*, 8(2), 67. <https://doi.org/10.3390/fluids8020067>
15. Проект (2017). Вскрытие и отработка нижних горизонтов Орловского месторождения. Расчеты и технические решения по увеличению производительности Орловского рудника. Казгипроцветмет.
16. Кодекс Республики Казахстан (2020). О здоровье народа и системе здравоохранения. № 360-VI ЗРК, <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2000000360> (дата обращения: 22.01.2025 г.).

CLASSIFICATION OF WORKING CONDITIONS IN ORDER TO ASSESS OCCUPATIONAL RISKS

Daumova G.K.

East Kazakhstan regional branch of the Republican Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

Abstract

The study is devoted to the analysis of working conditions at the Oryol mine, engaged in underground mining of copper-polymetallic ore. The urgency of the work is due to the need to ensure the safety and hygiene of miners in difficult production conditions. Based on the data from the certification of workplaces at the Oryol mine, mathematical processing of production factors was performed. As a result of the research, it was revealed that workers at underground mining sites are exposed to harmful chemical factors such as silicon dioxide (1.3-1.9 times higher than normal), sulfur dioxide (1.4-1.65 times higher than normal), nitrogen dioxide (1.75-2 times higher than normal) and ammonia (2.1-2.2 times higher than normal). An assessment of the state of working conditions based on microclimatic factors showed an excess of air temperature (4-12 times higher than normal) and relative humidity (3-10 times higher than normal) in the workplace. The data obtained indicate the need to modernize ventilation systems, improve personal protective equipment and optimize working conditions to reduce occupational risks. The findings and recommendations of the study can be used to develop strategies to improve safety and efficiency at mining enterprises.

Keywords

Mine; miners; working conditions; chemical factors; microclimatic factors; regulatory significance.

ЖЕРАСТЫ КЕНІШІНДЕГІ ТАУ-КЕН ЖҰМЫСШЫЛАРЫНЫҢ ЕҢБЕК ЖАҒДАЙЛАРЫН ТАЛДАУ

Даумова Г. К.

Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігі Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институтының Шығыс Қазақстан облыстық филиалының жетекші ғылыми қызметкері, Өскемен, Қазақстан

Аңдатпа

Зерттеу мыс-полиметалл кенін жерасты өндірумен айналысатын Орловск кенішіндегі еңбек жағдайларын талдауға арналған. Жұмыстың өзектілігі күрделі өндірістік жағдайларда тау-кен жұмысшыларының еңбек қауіпсіздігі мен гигиенасын қамтамасыз ету қажеттілігіне байланысты. Орловск кенішінің жұмыс орындарын аттестаттау деректері негізінде өндірістік факторлардың көрсеткіштерін математикалық өңдеу жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде жерасты өндіру учаскелерінің жұмысшылары кремний диоксиді (нормадан 1,3-1,9 есе жоғары), күкірт диоксиді (нормадан 1,4-1,65 есе жоғары), азот диоксиді (нормадан 1,75-2 есе жоғары) және аммиак (нормадан 2,1-2,2 есе жоғары) сияқты химиялық факторлардың зиянды әсеріне ұшырайтыны анықталды. Микроклиматтық факторлар бойынша еңбек жағдайларының жай-күйін бағалау жұмыс орындарында ауа температурасының (нормадан 4-12 есе жоғары) және салыстырмалы ылғалдылықтың (нормадан 3-10 есе жоғары) артқанын көрсетті. Нәтижелер желдету жүйелерін жаңарту, жеке қорғаныс құралдарын жақсарту және кәсіби тәуекелдерді азайту үшін еңбек жағдайларын оңтайландыру қажеттілігін көрсетеді. Зерттеудің қорытындылары мен ұсыныстары тау-кен кәсіпорындарында еңбек қауіпсіздігі мен тиімділігін арттыру стратегияларын әзірлеу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер

Кеніш; тау-кен жұмысшылары; еңбек жағдайлары; химиялық факторлар; микроклиматтық факторлар; нормативтік мән.

References

1. Mouras, F., Badri, A. (2020). Survey of the risk management methods, techniques and software used most frequently in occupational health and safety. *International Journal of Safety and Security Engineering*, 10(2), 149-160. <https://doi.org/10.18280/ijssse.100201>
2. Kruzhilko, O., Maystrenko, V., Tkalych, I., Polukarov, Y., Kalinchyk, V.P., Neklonskyi, I., Ryzhchenko, O. (2022). Study of the harmful factors influence on the occupational risk level: The example of the Ukrainian mining industry. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 110(1), 35-41. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.7029>
3. Watson, C., Troynikov, O., Lingard, H. (2019). Design considerations for low-level risk personal protective clothing: A review. *Industrial Health*, 57(3), 306-325. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2018-0040>
4. Rebello, S., Anoopkumar, A.N., Aneesh, E.M., Raveendran, S., Parameswaran, B., Kim, S.H., Pandey A. (2020). Hazardous mineral mining: Challenges and solutions. *Journal of Hazardous Materials*, 402, 123474. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123474>
5. Strumiński, A., Madeja-Strumińska, B. (2020). Mine ventilation practice in Polish copper mines. *Mining in the New Millennium Challenges and Opportunities*. CRC Press: London, UK, 173-179.
6. Banasiewicz, A., Śliwiński, P., Krot, P., Wodecki, J., Zimroz, R. (2023). Prediction of NOx emission based on data of LHD on-board monitoring system in a deep underground mine. *Energies*, 16(5), 2149. <https://doi.org/10.3390/en16052149>
7. Varghese, B.M., Hansen, A., Bi, P., Pisaniello, D. (2018). Are workers at risk of occupational injuries due to heat exposure? A comprehensive literature review. *Safety Science*, 110, 380-392. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.04.027>
8. Roghanchi, P., Kocsis, K.C. (2018). Challenges in selecting an appropriate heat stress index to protect workers in hot and humid underground mines. *Safety and Health at Work*, 9(1), 10-16. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2017.04.002>
9. Roy, S., Mishra, D.P., Bhattacharjee, R.M. (2022). Heat stress in underground mines and its control measures: A systematic literature review and retrospective analysis. *Mining, Metallurgy and Exploration*, 39, 357-383. <https://doi.org/10.1007/s42461-021-00532-6>
10. Szlęzak, N., Obracaj, D. (2019). Evaluation of Microclimate Conditions in Polish Underground Mines. *Proceedings of the 11th International Mine Ventilation Congress*. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-1420-9>

11. Wróblewski, A., Banasiewicz, A., Gola, S. (2021). Heat balance determination methods for mining areas in underground mines-A review. *Proceedings of the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 942, 012011. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/942/1/012011>
12. Jacklitsch, B., Williams, W.J., Musolin, K., Coca, A., Kim, J.H., Turner, N., Cincinatti, O.H. (2016). NIOSH criteria for a recommended standard: Occupational Exposure to Heat and Hot Environments. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/pdfs/2016-106.pdf?id=10.26616/NIOSH-PUB2016106>.
13. Mal'tsev, S.V., Semin, M.A. Kormshchikov, D.S. (2020). A method to determine aerodynamic drag coefficient in copper–nickel mine shafts. *Journal of Mining Science*, 56, 1032-1039. <https://doi.org/10.1134/S1062739120060150>
14. Zaitsev, A., Shalimov, A., Borodavkin, D. (2023). Unsteady coupled heat transfer in the air and surrounding rock mass for mine excavations with distributed heat sources. *Fluids*, 8(2), 67. <https://doi.org/10.3390/fluids8020067>
15. Proekt «Vskrytie i otrabotka nizhnih gorizontov Orlovskogo mestorozhdeniya. Raschety i tekhnicheskie resheniya po uvelicheniyu proizvoditel'nosti Orlovskogo rudnika». - Kazgiprocvetmet, 2017 [The project (2017). Opening and development of the lower horizons of the Orlovskoye field. Calculations and technical solutions to increase the productivity of the Oryol mine. Kazgiprotsvetmet].
16. Kodeks Respubliki Kazakhstan «O zdorov'e naroda i sisteme zdavoohraneniya» ot 7 iyulya 2020 goda № 360-VI ZRK [The Code of the Republic of Kazakhstan (2020). About the health of the people and the healthcare system. No. 360-VI SAM], URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2000000360> (accessed: 01/22/2025).

Сведения об авторах/ Авторлар туралы мәліметтер/ Information about the authors:

Даумова Г.К. - кандидат технических наук, ассоциированный профессор, ведущий научный сотрудник Восточно-Казахстанского областного филиала Республиканского научно-исследовательского института по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан, Серикбаева 19, 070001, Усть-Каменогорск, Казахстан, gulzhan.daumova@mail.ru

Даумова Г.К. - техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігі Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институтының Шығыс Қазақстан облыстық филиалының жетекші ғылыми қызметкері, Серікбаева 19, 070001, Өскемен, Қазақстан, gulzhan.daumova@mail.ru

Daumova G.K. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher at the East Kazakhstan Regional Branch of the Republican Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan, Serikbayeva 19, 070001, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, gulzhan.daumova@mail.ru

