ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ГОРНОРУДНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ РУДНО-ПОРОДНОЙ ПЫЛИ И ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ

Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний, г. Новокузнецк

Олещенко А.М., Страшникова Т.Н., Суржиков Д.В., Кислицына В.В.

Кемеровская область является одним из основных добывающих регионов страны. Горнорудная промышленность области характеризуется сложными условиями труда, воздействием на работников комплекса неблагоприятных производственных факторов, что определяет высокий риск развития профессиональных заболеваний. В статье дана гигиеническая оценка факторов производственной среды работников основных профессиональных групп предприятия по добыче железной руды: запыленности и содержания токсичных веществ в воздухе рабочей зоны. Определены классы условий труда. На основе расчета рисков формирования профессиональных заболеваний выявлены профессиональные группы горняков, наиболее подверженные воздействию неблагоприятных факторов производственной среды. Предложены медико-профилактические и организационно-технические мероприятия, направленные на снижение уровней риска и сохранение здоровья работников.

Ключевые слова: горнорудное предприятие, рудно-породная пыль, токсичные вещества, классы условий труда, профессиональный риск, профилактические мероприятия.

Kemerovo Oblast is one of the main mining regions of the country. The mining industry of the region is characterized by difficult working conditions, the impact on workers of a complex of adverse production factors, which determines a high risk of occupational diseases development. The article presents a hygienic assessment of factors of the production environment of employees of the main professional groups of the enterprise for the iron ore extraction: dust loading and toxic substances content in the air of the working area. The classes of working conditions are defined. On the basis of calculation of risks of occupational diseases formation, professional groups of miners most susceptible to influence of unfavorable factors of production environment were determined. The medical and preventive, as well as organizational and technical measures aimed at reducing the levels of risk and preserving the health of workers are proposed.

Key words: mining enterprise, ore and rock dust, toxic substances, classes of working conditions, occupational risk, preventive measures.

Горнодобывающая промышленность является основой формирования бюджета страны. В России добывается 48 наименований минерального сырья, что делает ее абсолютным лидером среди 166 горнодобывающих стран. Россия владеет примерно 40% мировых залежей железных руд, это соответствует почти 65 млрд тонн руды. Каждый год на нашу страну приходится 15% мировой добычи железных руд [1, 2]. Наибольшее количество месторождений в России находятся в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах. На их долю приходится порядка 75% всех учтенных запасов полезных ископаемых [3].

Кемеровская область – один из основных добывающих регионов страны. Горно-металлургическая промышленность области, наряду с угольной, является базовой отраслью экономики Кузбасса, на ее долю приходится около 30% всей промышленной продукции области [4]. Широкое распространение в регионе подземной добычи полезных ископаемых

обуславливает высокую актуальность вопроса сохранения трудовых ресурсов в этой отрасли. Неблагоприятные условия труда увеличивают риск развития не только профессиональных, но и производственно обусловленных заболеваний, усугубляют их медико-социальные последствия, снижают трудовой потенциал общества [5, 6]. Несмотря на значительную модернизацию, горнорудная промышленность продолжает характеризоваться сложными условиями труда, воздействием на работников комплекса неблагоприятных производственных факторов, что определяет высокий риск развития профессиональных заболеваний [7, 8, 9, 10, 11].

Материалы и методы

Гигиеническая оценка производственных факторов на рабочих местах работников Таштагольского рудника осуществлялась с использованием карт аттестации рабочих мест с приложенными протоколами замеров и оценок и сводными ведомостями по условиям труда

профессиональных групп. Изучались условия труда работников основных профессий: подземный горнорабочий (участок внутришахтного транспорта № 11), машинист буровой установки (участок буровых работ № 9), машинист погрузочной машины (участок нарезных работ № 6), машинист вибропогрузочной установки (участок очистных работ № 1), проходчик (участок нарезных работ № 6), проходчик (участок горноподготовительных работ № 10), электрослесарь дежурный и по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок № 4). Анализ условий труда проводился на основании «Руководства по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Р 2.2.2006-05» [12]. Риск формирования профессиональной патологии от воздействия рудно-породной пыли вычислялся для стажа работы 5, 15, 25 лет по методике А.П. Михайлуца и соавторов [13]. Риск хронической интоксикации, связанный с влиянием токсичных веществ, определялся на основании экспоненциальной зависимости между кратностью превышения предельно допустимой концентрации (ПДК) и вероятностью наступления хронического токсического эффекта по методике А.М. Олещенко и соавторов [14].

Результаты и обсуждение

Таштагольское месторождение находится на юге Кемеровской области в пределах муниципального образования г. Таштагол. Отработ-

ка месторождения осуществляется подземным способом Таштагольским филиалом ОАО «Евразруда». В настоящее время горные работы ведутся на семи горизонтах шахты, очистные и горные работы достигли глубины 895 метров от первоначальной поверхности.

Подготовка месторождения осуществляется проходчиками участка горноподготовительных работ № 10, разработка – проходчиками участка нарезных работ № 6 и машинистами буровых установок участка буровых работ № 9. Также в разработке месторождения участвуют машинисты погрузочной машины и вибропогрузочной установки (участок очистных работ № 1), подземные горнорабочие (участок внутришахтного транспорта № 11) и электрослесари по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок № 4).

При подземной добыче руды применяется горное буровое оборудование: станки глубокого бурения НКР-100М; бурильные установки УБШ-207, УПБ; перфораторы ПТ-48, ПП-54, ПК-60; скреперные лебедки ЛС-30, ЛС-77; подвижной внутришахтный транспорт: вибродоставочная подвижная установка (ВДПУ), породопогрузочная машина (ППМ-5).

Воздух рабочих зон основных профессиональных групп горнорудного предприятия характеризуется наличием кремнийсодержащей рудно-породной пыли (с содержанием SiO₂ от 2 до 10%). В таблице 1 представлена гигиеническая оценка запыленности воздуха рабочих зон основных профессиональных групп.

Таблица 1

Гигиеническая оценка уровней запыленности воздуха рабочих зон основных профессиональных групп

Профессиональная группа	ПДК, мг/м ³	Фактический уровень, мг/м ³	Продолжительность воздействия, ч
Подземный горнорабочий (участок внутришахтного транспорта № 11)	4,0	13,9	8
Машинист буровой установки (участок буровых работ № 9)	4,0	30,7	7,2
Машинист погрузочной машины (участок нарезных работ № 6)	4,0	16,9	7,2
Машинист вибропогрузочной установки (участок очистных работ № 1)	4,0	43,2	7,2
Проходчик (участок нарезных работ № 6)	4,0	39,4	7,2
Проходчик (участок горноподготовительных работ № 10)	4,0	28,3	7,2
Электрослесарь дежурный и по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок № 4)	4,0	5,9	7,2

На рабочих местах всех профессиональных групп имеется длительное по времени (7,2–8 часов) воздействие кремнийсодержащей пыли на организм горняков. У проходчика на участке нарезных работ № 6 и машиниста вибропогрузочной установки на участке очистных работ № 1 уровень кремнийсодержащей пыли в воздухе рабочей зоны в 9,8 и 10,8 раза соответственно превышает ПДК. На рабочих местах машиниста буровой установки на участке буровых работ № 9 и проходчика на участке горноподготовительных работ № 10 содержание кремнийсодержащей пыли в 7–7,7 раза соответственно превышает ПДК. Третью группу специальностей составили машинист погрузочной машины на участке нарезных работ № 6, подземный горнорабочий на участке внутришахтного транспорта № 11 и электрослесарь дежурный и по ремонту оборудования на ремонтно-вос-

становительном участке № 4, содержание пыли в воздухе рабочей зоны которых в 3,5–4,2 раза превышает ПДК.

Таким образом, 3 класс условий труда (вредный) 3 степени (3.3) установлен для машиниста вибропогрузочной установки (участок очистных работ № 1), машиниста буровой установки, проходчика на участке нарезных работ № 6 и проходчика на участке горноподготовительных работ № 10, у остальных профессиональных групп – 3 (вредный) класс условий труда второй и первой степени (3.2 и 3.1).

Воздух рабочей зоны основных профессиональных групп работников горнорудного предприятия характеризуется содержанием в нем токсических веществ. В таблицах 2 и 3 представлена гигиеническая оценка содержания оксида углерода и оксида азота в воздухе рабочих зон основных профессиональных групп.

Таблица 2

Гигиеническая оценка содержания оксида углерода в воздухе рабочих зон основных профессиональных групп

Профессиональная группа	ПДК, мг/м ³	Фактический уровень, мг/м ³	Продолжительность воздействия, ч
Подземный горнорабочий (участок внутришахтного транспорта № 11)	20,0	3,47–4,53	2–6
Машинист буровой установки (участок буровых работ № 9)	20,0	4,52	7,2
Машинист погрузочной машины (участок нарезных работ № 6)	20,0	3,72	7,2
Машинист вибропогрузочной установки (участок очистных работ № 1)	20,0	9,52–27,0	1–1,4
Проходчик (участок нарезных работ № 6)	20,0	3,72	7,2
Проходчик (участок горноподготовительных работ № 10)	20,0	3,68–5,03	3,2–4
Электрослесарь дежурный и по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок № 4)	20,0	9,52–14,4	3–4,2

Превышение уровня ПДК оксида углерода выявлено только на рабочем месте машиниста вибропогрузочной установки (участок очистных работ № 1) при проведении отдельных технологических операций. В воздухе рабочих зон остальных профессиональных групп уровень оксида углерода зарегистрирован в концентрациях значительно ниже ПДК. Наибольшая продолжительность воздействия оксида углерода на организм работников (7,2 ч) обнаружена на рабочих местах машиниста буровой установки (участок буровых работ № 9), машиниста погрузочной машины (участок нарезных работ № 6), проходчика (участок нарезных работ № 6), электрослесаря дежурного и по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок № 4).

Содержание оксида азота не превышало ПДК ни на одном рабочем месте. Наибольшая продолжительность воздействия оксида азота (7,2 ч) выявлена у машиниста буровой установки (участок буровых работ № 9), машиниста погрузочной машины (участок нарезных работ № 6), проходчика (участок нарезных работ № 6), электрослесаря дежурного и по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок № 4).

Увеличение концентраций оксида углерода и оксида азота отмечалось при проведении взрывных работ.

Наличие в воздухе рабочей зоны электрослесаря дежурного и по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок № 4) марганца выявлено только при проведении электродуговой сварки. На остальных рабочих местах марганец в воздухе рабочих зон не был обнаружен.

У двух профессиональных групп (машинист вибропогрузочной установки и электрослесарь дежурный и по ремонту оборудования) суммарный эффект токсичных веществ одностороннего действия составил больше 1 (1,84 и 1,34 соответственно).

Таблица 3

Гигиеническая оценка содержания оксида азота в воздухе рабочих зон основных профессиональных групп

Профессиональная группа	ПДК, мг/м ³	Фактический уровень, мг/м ³	Продолжительность воздействия, ч
Подземный горнорабочий (участок внутришахтного транспорта № 11)	5,0	0,54–0,94	2–6
Машинист буровой установки (участок буровых работ № 9)	5,0	0,29	7,2
Машинист погрузочной машины (участок нарезных работ № 6)	5,0	0,40	7,2
Машинист вибропогрузочной установки (участок очистных работ № 1)	5,0	0,80–2,07	1–1,4
Проходчик (участок нарезных работ № 6)	5,0	0,40	7,2
Проходчик (участок горноподготовительных работ № 10)	5,0	0,67–0,68	3,2–4,0
Электрослесарь дежурный и по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок № 4)	5,0	0,94	7,2

Таким образом, 3 (вредный) класс условий труда 1 степени (3.1) по содержанию токсичных веществ в воздухе рабочей зоны определен у следующих профессиональных групп: машинист вибропогрузочной установки (участок очистных работ № 1) и электрослесарь дежурный и по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок № 4). У остальных профессиональных групп условия труда соответствовали 2 классу (допустимые условия труда).

Расчет профессионального риска пылевой этиологии для здоровья работников горнорудного производства показал, что при стаже работы продолжительностью 5 лет он находится в пределах от 0,04 до 0,18 (в долях от единицы); при стаже работы 15 лет – от 0,05 до 0,46; при стаже 25 лет – от 0,06 до 0,58. Наибольшие уровни риска отмечаются в профессиональных группах проходчиков (участок нарезных работ № 6 и участок горноподготовительных работ № 10) и машинистов вибропогрузочной установки участка очистных работ № 1 (0,56 и 0,58 соответственно). Наименьший риск отмечен в профессиональных группах электрослесарей дежурных и по ремонту оборудования (ремонтно-восстановительный участок № 4) и подзем-

ных горнорабочих (участок внутришахтного транспорта № 11).

Риск хронической интоксикации работников горнорудного производства, связанный с содержанием токсичных веществ в воздухе рабочей зоны, определен в пределах от 0,029 до 0,185 (в долях от единицы). Наибольшие уровни риска выявлены в профессиональной группе машинистов вибропогрузочной установки участка очистных работ № 1 – 0,185; наименьшие – в группах проходчиков (0,037–0,059) и машинистов буровой установки (0,029). Удельный вес оксидов азота в риске хронической интоксикации составил 69,0–83,1%.

Заключение

При эксплуатации горного оборудования и технологического транспорта происходит комплексное воздействие на работников добывающего предприятия рудно-породной пыли и токсичных веществ. Использование методологии оценки риска влияния производственных факторов на здоровье работников в регионах с развитой добывающей промышленностью необходимо для получения информации о количественных связях и зависимостях, более пол-

ного и качественного использования информации для принятия управленческих решений по улучшению санитарно-гигиенических условий труда и профилактики профессиональной заболеваемости.

Для снижения риска формирования профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний на предприятиях горнорудной промышленности рекомендуется уменьшать количество работающих во вредных и опасных условиях труда, повышать эффективность использования средств индивидуальной защиты, использовать современное технологическое оборудование [15]. Необходимо обеспечивать постоянный контроль за деятельностью всех структурных подразделений в целях совершенствования организации системы охраны труда и промышленной безопасности при ведении работ на горнорудных предприятиях. Для этого необходимы систематизация и анализ основных проблем, существующих в горнорудной промышленности [16, 17, 18]. В качестве необходимых мер профилактики нарушения здоровья рекомендуются все формы защиты, обусловленные параметрами времени (рациональные режимы труда и отдыха, сокращенный рабочий день, дополнительный отпуск) с обязательным мониторингом здоровья работников [19, 20].

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Кондратьев В.Б. Роль горной промышленности в экономике. *Горная промышленность*. 2017;1(131): -15.
2. Гурова А.М., Тюнин А.И. Развитие горнодобывающей промышленности в России. *Современные проблемы социально-гуманитарных наук*. 2016;6(8):105-108.
3. Савченко И.А., Карелина М.Г. Статистический анализ горнорудной промышленности России. *Приложение математики в экономических и технических исследованиях*. 2015;1(5):92-95.
4. Кислицына В.В., Корсакова Т.Г., Мотуз И.Ю. Особенности условий труда и профессионального риска работников, занятых при открытой добыче угля. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2013;4:52-55.
5. Головкова Н.П., Чеботарев А.Г., Лескина Л.М., Хелковский-Сергеев Н.А., Ершов В.П., Котова Н.И., Королева Е.П., Макеева Л.Г., Пасеков А.Н. Отраслевая медицина труда как основа сохранения здоровья работающих. *Медицина труда и промышленная экология*. 2013;6:25-29.
6. Зайцева Н.В., Устинова О.Ю., Алексеев В.Б., Уланова Т.С., Власова Е.М., Носов А.Е. Особенности производственно обусловленных заболеваний у шахтеров, занятых подземной

добычей хромовых руд. *Медицина труда и промышленная экология*. 2018;10:6-12.

7. Коршунов Г.М., Черкай З.Н., Мухина Н.В., Гридина Е.Б., Скударнов С.М. Профессиональные болезни рабочих в горнодобывающей промышленности. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2012;2-5:5-10.

8. Рукавишников В.С., Шаяхметов С.Ф., Панков В.А., Колычева И.В. Здоровье работающих в горнодобывающей промышленности Сибири и Крайнего Севера. *Медицина труда и промышленная экология*. 2004;6:6-10.

9. Потоцкий Е.П., Заводнова В.М. Оценка профессионального риска с учетом сочетанного воздействия неблагоприятных факторов на горно-металлургических предприятиях. *Горный журнал*. 2015;5:88-90.

10. Бухтияров И.В., Денисов Э.И., Лагутина Г.Н., Пфаф В.Ф., Чесалин П.В., Степанян И.В. Критерии и алгоритмы установления связи нарушений здоровья с работой. *Медицина труда и промышленная экология*. 2018;8:4-12.

11. Цэцэгмаа Ц., Болдмаа Н. Безопасность и гигиена труда в горной промышленности Монголии: состояние и перспективы развития (на примере угольного сектора). *Baikal Research Journal*. 2015;5:16-17.

12. *Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса*. Критерии и классификация условий труда: Р 2.2.2006-05. М.; 2005: 156.

13. Михайлуц А.П., Першин А.Н., Цигельник М.И. Расчет индивидуальных рисков профессиональных хронических заболеваний и отравлений, безопасного стажа работы: методические рекомендации. Кемерово; 2000: 28.

14. Олеценко А.М., Суржигов Д.В., Большаков В.В., Кислицына В.В., Михайлуц А.П., Шавлова О.П. Оценка влияния производственных факторов на здоровье работающих на предприятиях угольной промышленности и теплоэнергетики: методические рекомендации. Кемерово; 2003: 28.

15. Карначёв И.П., Левашов С.П., Шкрабак Р.В., Челтыбашев А.А. О концепции управления профессиональными рисками в сфере охраны здоровья и безопасности труда работников промышленных предприятий России. *Горный журнал*. 2018;4:87-92.

16. Петров Б.А. Горнорудная промышленность: состояние надзора, аварийность, травматизм, проблемы промышленной безопасности. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2008;2:38-51.

17. Domingues MSQ, Baptista ALF, Diogo MT. Engineering complex systems applied to risk management in the mining industry. *International journal of mining science and technology*. 2017;4(27):611-616.

18. Väyrynen S, Häkkinen K, Niskanen T. *Integrated occupational safety and health management: solutions and industrial cases*. Springer international publishing, Switzerland; 2015: 301.

19. Bakusic J, Lenderink A, Lambreghts S, Vandebroek S, Verbeek J, Curti S, Mattioli S, Godderis L. Different approaches for early recognition and prevention of new and emerging work-related diseases. *Occupational and Environmental Medicine*. 2017;74(Suppl 1):A53.

20. Boschman JS, Brand T, Frings-Dresen MHW, Molen van der HF. Improving the assessment of occupational diseases by occupational physicians. *Occupational Medicine*. 2017;67:13-19.

Контактные данные

Автор, ответственный за переписку: Олеценко Анатолий Михайлович, д.м.н., заведующий лабораторией экологии человека и гигиены окружающей среды Научно-исследовательского института комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний, г. Новокузнецк.

654041, г. Новокузнецк, ул. Кутузова, 23.

Тел.: (3843) 796549.

E-mail: ecologia_nie@mail.ru

Информация об авторах

Страшникова Татьяна Николаевна, соискатель лаборатории экологии человека и гигиены

окружающей среды Научно-исследовательского института комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний, г. Новокузнецк.

654041, г. Новокузнецк, ул. Кутузова, 23.

Тел.: (3843) 796549.

E-mail: ecologia_nie@mail.ru

Суржиков Дмитрий Вячеславович, д.б.н., доцент, вед.н.с. лаборатории экологии человека и гигиены окружающей среды Научно-исследовательского института комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний, г. Новокузнецк.

654041, г. Новокузнецк, ул. Кутузова, 23.

Тел.: (3843) 796549.

E-mail: ecologia_nie@mail.ru

Кислицына Вера Викторовна, к.м.н., вед.н.с. лаборатории экологии человека и гигиены окружающей среды Научно-исследовательского института комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний, г. Новокузнецк.

654041, г. Новокузнецк, ул. Кутузова, 23.

Тел.: (3843) 796549.

E-mail: ecologia_nie@mail.ru