УДК 613.6:622:331.443

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ ПО ПОЛУЧЕНИЮ МЕДНОГО И ЦИНКОВОГО КОНЦЕНТРАТОВ

Бейгул Н.А.[1,2], Мулдашева Н.А.[1], Каримова Л.К.[1], Бадикова А.Д.[2], Маврина Л.Н.[1], Гимранова Г.Г.[1], Зайдуллин И.И.[1]

[1]ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», Уфа, Россия

[2]ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия

В статье представлены результаты изучения условий труда работников обогатительной фабрики по получению медного и цинкового концентратов и обоснован комплекс мер по снижению профессиональных рисков.

Цель исследования - изучение условий труда работников обогатительной фабрики по получению медного и цинкового концентратов и разработка профилактических мероприятий, направленных на снижение уровней воздействия вредных производственных факторов.

Материалы и методы. Изучены условия труда работников обогатительной фабрики по получению медного и цинкового концентратов.

Результаты. Установлены приоритетные вредные производственные факторы на рабочих местах работников, занятых на различных этапах технологического процесса, соответствующие классам 3.1 – 3.3. Ранжирование профессий по категориям риска показало, что наибольший априорный риск имеют дробильщики.

Заключение. Разработан комплекс мер по снижению профессионального риска, включающие мероприятия по обеспечению безопасных условий труда и медико-профилактические мероприятия.

Ключевые слова: работники, обогатительная фабрика, горнодобывающее предприятие, условия труда, производственные факторы

Соблюдение этических стандартов. Проведение настоящего исследования не требовало одобрения этического комитета, поскольку работа не связана с использованием человека или животных в качестве объектов исследования.

Использование инструментов искусственного интеллекта. Авторы заявляют, что при подготовке настоящей рукописи системы искусственного интеллекта не применялись.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Бейгул Н.А., Мулдашева Н.А., Каримова Л.К., Бадикова А.Д., Маврина Л.Н., Гимранова Г.Г., Зайдуллин И.И. Гигиеническая оценка условий труда работников обогатительной фабрики по получению медного и цинкового концентратов. Медицина труда и экология человека. 2026; 1 : 126 -149 .

doi: http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2026-10107

Для корреспонденции: Бейгул Наталья Александровна, e-mail: omt_ufnii@mail.ru

HYGIENIC ASSESSMENT OF THE WORKING CONDITIONS OF PROCESSING WORKERS PRODUCING COPPER AND ZINC CONCENTRATES

Beigul N.A.[1,2], Muldasheva N.A.[1], Karimova L.K.[1], Badykova A.D.[2], Mavrina L.N.[1], Gimranova G.G.[1], Zaidullin I.I.[1]

[1]Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

[2]Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

The article presents the results of a study of the working conditions of workers at a copper and zinc concentrate processing plant and substantiates a set of measures to reduce occupational risks

The purpose of the study is to study the working conditions of processing workers producing copper and zinc concentrates and to develop preventive measures aimed at reducing the levels of exposure to harmful occupational factors.

Materials and methods. The working conditions of processing workers producing copper and zinc concentrates have been studied.

Results. Priority harmful occupational factors have been identified in the workplaces of workers at various stages of the technological process, corresponding to Classes 3.1 – 3.3. Ranking professions by risk categories has shown that crushers have the greatest priori risk.

Conclusion. A set of measures has been developed to reduce occupational risk, including measures to ensure safe working conditions and medical and preventive measures.

Keywords: workers, processing plant, mining enterprise, working conditions, occupational factors

Compliance with ethical standards: This study did not require approval by the Ethics Committee, as it did not involve humans or animals as research subjects.

Declaration of AI use. The authors declare that no artificial intelligence tools were used in the preparation of this manuscript.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding: The study did not have sponsorship.

For citation: Beigul N.A., Muldasheva N.A., Karimova L.K., Badykova A.D., Mavrina L.N., Gimranova G.G., Zaidullin I.I. Hygienic assessment of the working conditions of processing workers producing copper and zinc concentrates. Occupational health and human ecology. 2026; 1 : 126 - 149.

doi: http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2026-10107

For correspondence: Natalya A. Beigul, e-mail: omt_ufnii@mail.ru

В последние десятилетия в стране наблюдается положительная динамика в решении вопросов, связанных с освоением новых месторождений рудных полезных ископаемых, модернизацией, внедрением современных технологий и оборудования на предприятиях горнодобывающей отрасли, что сказывается на росте мощностей производств и, как следствие, увеличении объемов добываемого сырья, выпускаемой продукции и создании дополнительных рабочих мест. Несмотря на это, продолжают функционировать предприятия, использующие устаревшие горные оборудование и технику, что оказывает влияние на уровни травматизма и профессиональной заболеваемости в целом по отрасли [1-8].

Изменения в состоянии здоровья работников горнодобывающих предприятий могут быть непосредственно связаны с фактическими условиями труда, эффективностью реализуемых мер по устранению/минимизации негативного влияния вредных производственных факторов и мер профилактики по сохранению и укреплению здоровья работающих [3, 9-16].

Одним из основных подразделений горно-обогатительного предприятия является обогатительная фабрика, осуществляющая обогащение рудного сырья с целью получения товарного концентрата.

В доступной литературе в единичных работах представлены данные об условиях труда работников, занятых обогащением полиметаллических руд [17-19].

Условия труда на рабочих местах этого подразделения характеризуются наличием комплекса вредных производственных факторов, включающих шум, вибрацию, неблагоприятный микроклимат, вредные химические вещества и аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД), тяжесть труда, интенсивность и характер воздействия которых непосредственно зависят от технологического этапа обогащения, а также вида и элементного состава перерабатыаемого рудного сырья [20-23].

В структуре профессиональных заболеваний у работников обогатительных фабрик преобладает пылевая патология легких и нейросенсорная тугоухость, преимущественно, у машинистов мельниц, машинистов конвейера и слесарей-ремонтников при стаже работы от 23 до 32 лет [17, 22, 23].

Целью исследования явилось изучение условий труда работников обогатительной фабрики по получению медного и цинкового концентратов и разработка профилактических мероприятий, направленных на снижение уровней воздействия вредных производственных факторов.

Материалы и методы. Гигиенические исследования проведены на одном из крупных предприятий по добыче медно-цинковых руд, расположенном в Башкирском Зауралье, имеющего в своей структуре обогатительную фабрику по получению медного и цинкового концентратов.

Проведена оценка условий труда работников на основе материалов производственного контроля (ПК), специальной оценки условий труда (СОУТ),

собственных исследований по оценке тяжести и напряженности труда с выделением приоритетных факторов рабочей среды.

Проанализировано 122 протокола исследований и измерений, выполненных в соответствии с действующими нормативными актами. На основании собранных данных был определен класс (подкласс) вредности по химическим и физическим факторам, тяжести и напряженности труда, а также установлена общая оценка условий труда работников изучаемых производств в соответствии с Руководством Р 2.2.2006-05[6].

Статистическая обработка и анализ полученных результатов производственного контроля и специальной оценки условий труда проводились методами описательной статистики с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office Excel. Для количественных гигиенических показателей (эквивалентные уровни звука и виброускорения, концентрации вредных химических веществ и аэрозолей преимущественно фиброгенного действия, параметры микроклимата) определялись диапазоны варьирования (минимальные и максимальные значения), а также рассчитывались средние арифметические величины.

Оценка фактических уровней факторов производственной среды осуществлялась путем их сопоставления с действующими санитарно-гигиеническими нормативами (ПДК и ПДУ) для установления итогового класса условий труда в соответствии с критериями Руководства Р 2.2.2006-05.

Ранжирование профессий и категорирование уровней априорного профессионального риска выполнялось на основе установленных классов вредности согласно методическим подходам Руководства Р 2.2.3969-23[7].

Результаты. При проведении гигиенической оценки условий труда работников обогатительной фабрики по получению медного и цинкового концентратов подробно изучен технологический регламент обогащения руды, согласно которому добываемая руда цветных металлов, содержащая в себе пустую породу и ценные минералы, поступает на обогатительную фабрику для дробления, измельчения и обогащения.

[6] Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда

[7] Руководство Р 2.2.3969-23 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки»

Функционирование определенного технологического этапа обогащения медно-цинковых руд сопряжено с наличием на рабочих местах тех или иных вредных производственных факторов и их комбинаций, интенсивность которых зависит от мощности используемого оборудования, вида выполняемых работ, элементного состава сырья, реагентов, степени автоматизации и механизации производственной стадии и т.д.

На сегодняшний день обогащение медно-цинковой руды на горнодобывающем предприятии осуществляется посредством различных видов оборудования, обслуживанием которого заняты работники многочисленных профессиональных групп, в которые входят дробильщик, машинист мельниц, флотатор, фильтровальщик, сушильщик, аппаратчик сгустителей, машинист конвейера, растворщик реагентов. На основании проведенного исследования установлено, что их рабочие места характеризовались вредными условиями труда по сочетанию производственных факторов (шум, вибрация, АПФД, микроклимат, тяжесть трудового процесса).

Степень выраженности и вариабельность вышеперечисленных факторов рабочей среды на конкретных рабочих местах зависят от стадий технологического процесса, применяемого оборудования, мер по пылеподавлению и вентилированию производственных помещений и т.д. (Таблица 1).

Таблица 1. Производственные факторы риска, их фактические уровни и оценка условий труда работников отдельных профессиональных групп обогатительной фабрики

Table 1. Occupational risk factors, their actual levels and assessment of working conditions of workers of certain professional groups at the enrichment plant

Наименование фактора	Рабочее место (отделение, профессия)			
	Дробильное отделение: дробильщик, машинист конвейера	Главный корпус: машинист мельниц, флотатор, аппаратчик сгустителей	Отделение приготовления реагентов: растворщик реагентов, машинист мельниц (известь)	Фильтровально-сушильное отделение: фильтровальщик, сушильщик

1	2	3	4	5
Физические:				
Шум: Превышение норматива, дБА Класс условий труда	 3-16 3.2-3.3	 2-8 3.1-3.2	 2-7 3.1-3.2	 7-8 3.2
Вибрация общая: Превышение норматива, дБ Класс условий труда	 1-2 (дробильщик) 2-3.1	 нет 2	 нет 2	 нет 2
Микроклимат (ТНС-индекс): Превышение норматива, ^{0}С Класс условий труда	 нет 2	 нет 2	 нет 2	 0,2-0,4 (сушильщик) 2-3.1
АПФД:				
Кремний диоксид (кристаллический) с массовой долей в пыли медносульфидных руд от 2 до 10% Превышение норматива, раз Класс условий труда	 1,5-2,8 3.1	 2.1 (машинист мельниц) 2-3.1	 нет 2	 нет 2
Химический:				

1	2	3	4	5
Кальций оксид+ (известь негашеная) Кальций дигидроксид+ (известь гашеная) Углерод дисульфид *о*-Бутилдитиокарбонат калия (калий *о*-бутилксантогенат) Бутанол Превышение норматива, раз	отсутствует фактор	нет	2,1 машинист мельниц (известь негашеная)	отсутствует фактор
Класс условий труда	–	2	2-3.1	-
Факторы трудового процесса:				
Тяжесть труда: Превышение норматива по показателям	нет	нет	перемещение вручную груза массой 25-30 кг (растворщик реагентов)	нет
Класс условий труда	2	2	2-3.1	2
Напряженность труда: Превышение норматива по показателям (класс) Режим работы	работа в	работа в ночную	работа в ночную	работа в

1	2	3	4	5
	ночную смену 3.1	смену 3.1	смену 3.1	ночную смену 3.1
Класс условий труда	2	2	2	2
Общий класс условий труда с учетом всех факторов	3.2-3.3	3.1-3.2	3.1-3.2	3.2

Механическое разрушение кусков добытой породы начинается в отделении крупного дробления, где с помощью щековой дробилки происходит уменьшение крупных кусков до необходимого размера. После чего руда поступает посредством ленточных конвейеров в конусные дробилки для следующего уменьшения размера кусков и далее просеивается через сита грохотов. В последующем частицы руды раздавливаются и истираются с помощью шаровых мельниц и мельниц вертикального типа. Для разделения измельченных частиц руды по степени их дисперсности применяют гидроциклоны, позволяющие отделить частицы с более тонкой дисперсностью, которые смешиваются с водой и в виде пульпы перемещаются на стадию флотации в главный корпус обогатительной фабрики.

На технологических стадиях дробления, просеивания и истирания задействованы дробильщик, машинист мельниц и машинист конвейера, обеспечивающие непрерывную работу оборудования, являющегося источником производственного шума, вибрации, рудничной пыли.

Установлено, что наиболее интенсивный шум генерируется дробилками различного типа на этапе дробления добытой руды, превышающий предельно допустимый уровень (ПДУ) на 27 дБА. На рабочем месте дробильщика при работе грохотов уровень звука достигал 105 дБА, на площадках обслуживания оборудования – более 90 дБА. Эквивалентный уровень звука на рабочем месте дробильщика составлял 96 дБА. При измельчении и истирании частиц руды мельницы производят шум в диапазоне значений 92-96 дБА, негативно воздействующий на машиниста мельниц. В зоне обслуживания ленточного конвейера машинист конвейера испытывает воздействие шума интенсивностью

84-88 дБА. С учетом времени воздействия шума на работников данных профессиональных групп эквивалентный уровень звука превышал нормируемые значения на 6 – 16 дБА, что соответствовало классам 3.2 для машиниста мельниц и машиниста конвейера и 3.3 – дробильщика.

В рабочей зоне дробильщика установлен повышенный уровень общей вибрации, создаваемой дробилками, на 1 – 2 дБ (класс 3.1). На остальных рабочих местах уровни виброускорения соответствовали гигиеническим нормам.

Показатели микроклиматических условий неотапливаемых производственных помещений в дробильном отделении зависели от времени года и наружной температуры воздуха. В дни характеризующиеся высокой и низкой температурами наружного воздуха показатели микроклимата не соответствовали ПДУ.

Кроме того установлено, что оборудование для дробления, просеивания и истирания рудного сырья является основным источником пылевыделения, представленного в воздушной среде в виде аэрозоля диоксида кремния с массовой концентрацией его в пыли медносульфидной руды 5,9-11,1% при соответствующей среднесменной $ПДК_{сс}$ = 4,0 мг/м^3. Уровни загрязнения воздуха рабочей зоны диоксидом кремния в рабочих зонах различны. Наибольшие содержания его зарегистрированы в дробильном отделении и помещениях истирания руды мельницами. Средние значения среднесменной концентрации диоксида кремния на рабочих местах дробильщика превышали предельно допустимую концентрацию (ПДК) в 2,8 раза, машиниста конвейера – 1,5 раза. Условия труда по АПФД на рабочих местах дробильщика и машиниста конвейера оценены 3 классом 1 степени вредности (класс 3.1).

Обогащение тонкодисперсной руды происходит в главном корпусе обогатительной фабрики, где цинковый и медный концентраты получают путем селективной флотации с использованием флотационных реагентов, состоящих из бутилксантогената калия, извести гашеной, сульфатов меди и цинка, капролактама (спиртовой фракции), которые готовятся в отделении по приготовлению реагентов. Исходная пульпа вместе с флотационными реагентами подаются во флотационные машины. При пропускании мельчайших пузырьков воздуха через пульпу происходит прилипание к ним частиц полезных минералов, которое усиливается при введение поверхностно-активных веществ. Пузырьки воздуха с прилипшими частицами обогащаемого полезного минерала поднимаются к поверхности раздела фаз в виде пены, которую снимают

механическим путем во флотационной машине и направляют вместе с раствором сначала на сгущение, а потом фильтрацию и сушку.

На данной стадии извлечения и концентрирования полезных металлов из руды наиболее шумным оборудованием являлись насосы, генерирующие шум в пределах 84-87 дБА. На стадии сгущения концентрата при удалении воды и в отделении приготовления реагентов у насосного оборудования уровни шума составляли 92 и 85 дБА соответственно. В рабочих зонах флотатора, аппаратчика эквивалентный уровень звука незначительно превышал ПДУ (на 2 дБА). При истирании извести на рабочем месте машиниста мельниц уровень шума превышал установленный норматив на 7 дБА.

Производственный шум генерировался также при работе пресс-фильтров (до 95 дБА) и сушильных барабанов (до 94 дБА), применяемых для удаления влаги из полученного концентрата на стадиях фильтрации и сушки. С учетом времени воздействия шума эквивалентные уровни звука на рабочих местах фильтровальщика и сушильщика составляли 88 и 87 дБА соответственно.

Условия труда по акустическому фактору на рабочих местах флотатора, аппаратчика сгустителей, растворщика реагентов соответствовали третьему классу первой степени вредности (класс 3.1), машиниста мельниц (известь), фильтровальщика и сушильщика – второй степени вредности (класс 3.2). На данных рабочих местах эквивалентные корректированные уровни виброускорения соответствовали гигиеническим нормативам.

В воздушной среде на большинстве рабочих мест главного корпуса и фильтровально-сушильного отделения концентрация кремния диоксида находилась в пределах нормы (1,1 - 3,2 мг/м^3) (класс 2). В рабочей зоне машиниста мельниц при истирании руды содержание кремния диоксида превышало ПДК в 2,1 раза (класс 3.1).

В процессе обогащения добытой руды с целью увеличения содержания полезных минералов использовался ряд химических реагентов 2 - 3 классов опасности. В воздухе рабочей зоны главного корпуса и отделения приготовления реагентов идентифицированы калий *о*-бутилксантогенат, дисульфид углерода, гашеная и негашеная известь, бутиловый спирт. Результаты количественного химического анализа показали, что на большинстве рабочих мест их содержание в воздушной среде не превышало установленные для них ПДК (класс 2). Для приготовления

раствора известкового молока негашеную известь (оксид кальция) предварительно истирали с помощью шаровых мельниц, в процессе чего в рабочей зоне машиниста мельниц (известь) концентрация данного соединения превышала норму в 2,1 раза (класс 3.1).

Параметры микроклимата на большинстве рабочих мест главного корпуса соответствовали допустимому классу. В виду особенности проведения этапа сушки концентрата с использованием сушильных барабанов на рабочем месте сушильщика наблюдались повышенные значения теплового излучения, температуры и влажности воздуха. На данном рабочем месте индекс тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс) превышал установленные гигиенические нормы на 0,2 – 0,4 ^{0}С, что позволило оценить условия труда по микроклимату классом 3.1.

Исключение составило рабочее место сушильщика, на котором фиксировались повышенные значения теплового излучения, температуры и влажности воздуха, обусловленные особенностями проведения этапа сушки концентрата. На рабочем месте сушильщика при обслуживании им сушильных барабанов значения показателя ТНС-индекса превышали установленные гигиенические нормы на 0,2-0,4 ^{0}С, что позволило оценить условия труда по микроклимату на рабочем месте сушильщика как вредные первой степени (класс 3.1).

Условия труда по тяжести трудового процесса на рабочих местах обогатительной фабрики являлись допустимыми (класс 2), за исключением рабочего места растворщика реагентов, труд которого сопряжен с перемещением вручную груза массой 25-30 кг и характеризовался третьим классом первой степени вредности (класс 3.1).

Технологический процесс на обогатительной фабрике организован в три смены с работой в ночное время. Общий класс условий труда работников обогатительной фабрики с учетом всех показателей напряженности труда соответствовал допустимому классу (классу 2).

Таким образом, условия труда на рабочих местах обогатительной фабрики по получению медного и цинкового концентратов характеризовались воздействием комплекса вредных производственных факторов на работников разной интенсивности при общей оценке 3.1 - 3.3 (Таблица 2).

Таблица 2. Условия труда в различных подразделениях обогатительной фабрики

Table 2. Working conditions in various divisions of the processing plant

Вредные производственные факторы	Класс условий труда на рабочих местах			
	Дробильное отделение	Главный корпус	Отделение приготовления реагентов	Фильтровально-сушильное отделение
Химический	2	2	2-3.1	2
АПФД	3.1	2-3.1	2	2
Шум	3.2-3.3	3.1-3.2	3.1-3.2	3.2
Вибрация	3.1	2	2	2
Микроклимат	2	2	2	2-3.1
Освещенность	2	2	2	2
Тяжесть	2	2	2-3.1	2
Напряженность	2	2	2	2
Общий класс условий труда	3.2-3.3	3.1-3.2	3.1-3.2	3.2

Как видно из приведенных данных таблицы 3, наиболее вредные условия труда имеют дробильщики с классом 3.3 и высокой категорией риска ущерба здоровью. Работники остальных профессиональных групп имели менее выраженный априорный риск (классы 3.1 – 3.2) и соответственно более низкую категорию профессионального риска.

Таблица 3. Категорирование уровней профессионального риска по гигиенической оценке условий труда

Table 3. Categorization of occupational risk levels based on hygienic assessment of working conditions

Рабочее место	Класс условий труда	Профессиональный риск
Дробильщик	3.3	высокий
Машинист конвейера	3.2	средний
Машинист мельниц	3.2	средний
Флотатор	3.1	умеренный
Аппаратчик сгустителей	3.1	умеренный
Растворщик реагентов	3.1	умеренный
Машинист мельниц (известь)	3.2	средний
Фильтровальщик	3.2	средний
Сушильщик	3.2	средний

Условия труда, соответствующие классам 3.1 – 3.3, в соответствии с Руководством 2.2.2006-05 могут вызывать функциональные изменения, развитие начальных признаков заболевания или профессиональных болезней легкой и средней степени.

Обсуждение. Материалы выполненных гигиенических исследований показали, что условия труда работников обогатительной фабрики характеризовались комплексом вредных производственных факторов, включающим воздействие АПФД в сочетании с производственным шумом, вибрацией, неблагоприятным микроклиматом и физическим перенапряжением на отдельных рабочих местах.

Превышение гигиенических нормативов зарегистрировано по шуму на всех рабочих местах с максимальными его уровнями в рабочей зоне дробильщика (класс 3.3), пылевому фактору – дробильщика, машиниста мельниц (класс 3.1), общей вибрации - дробильщика (класс 3.1), химическому фактору – машинист мельниц (известь) (класс 3.1). Значение ТНС-индекса не соответствовало ПДУ в

рабочей зоне сушильщика фильтровально-сушильного отделения (класс 3.1). Физические перегрузки характерны для рабочего места растворщика приготовления реагентов (класс 3.1).

Сочетанное воздействие вредных производственных факторов на рабочих местах, каждый из которых соответствовал вредному классу 3.1 – 3.3, определило и различную категорию априорного профессионального риска для конкретной профессиональной группы от умеренного до высокого.

К профессиям с наибольшим риском ущерба здоровью по гигиеническим критериям относятся дробильщики, со средним – машинисты мельниц, машинисты конвейера, фильтровальщики, сушильщики, с умеренным – флотатор, аппаратчик сгустителей, растворщик реагентов.

Сопоставление полученных нами данных с аналогичными материалами, опубликованными в доступной литературе, показало, что неблагоприятная гигиеническая ситуация является типичной для указанных предприятий [17-19].

Отдельное внимание заслуживает, по мнению авторов, наличие на рабочих местах АПФД, концентрация которой превышает гигиенические нормативы, что может быть обусловлено недостаточной герметичностью используемого оборудования, низкой эффективностью работы вентиляционных систем [20-23]. При этом содержание кремния диоксида в рудной пыли существенно различается в зависимости от перерабатываемого минерального сырья.

Следует отметить, что отличие сырьевой базы, используемого технологического оборудования формируют у работников одной и той же профессиональной группы на различных обогатительных фабриках другие класс условий труда и категорию профессионального риска [17-23]. В связи с чем необходимо проводить мониторинг условий труда и разработку адресных мероприятий для конкретных производств и профессий.

Заключение. На основании проведенного гигиенического исследования выявлены приоритетные неблагоприятные факторы на рабочих местах, ранжированы профессии по степени профессионального риска, а также разработана программа по созданию безопасных условий труда и профилактике профессиональных заболеваний у работников обогатительной фабрики.

Комплекс мер по снижению априорного профессионального риска включает адресные мероприятия по снижению воздействия конкретных вредных производственных факторов (шум, вибрация, микроклимат, загрязнение воздуха вредными веществами), соблюдение регламентированных перерывов, обеспечение соответствующими средствами индивидуальной защиты, совершенствование системы проведения предварительных и периодических медицинских осмотров, посменной реабилитации.

Вклад авторов:

Концепция и дизайн исследования - Бейгул Н.А., Каримова Л.К., Мулдашева Н.А.

Сбор и обработка материала - Бейгул Н.А., Зайдуллин И.И., Мулдашева Н.А., Маврина Л.Н.

Анализ данных - Бейгул Н.А., Каримова Л.К., Мулдашева Н.А., Гимранова Г.Г., Бадикова А.Д.

Написание текста и оформление статьи - Бейгул Н.А., Каримова Л.К., Мулдашева Н.А., Бадикова А.Д., Маврина Л.Н.

Редактирование - Каримова Л.К., Мулдашева Н.А., Бейгул Н.А.

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех ее частей.

Author contribution:

Concept and design of the study - Beigul N.A., Karimova L.K., Muldasheva N.A.,

Collection and processing of material - Beigul N.A., Zaidullin I.I., Muldasheva N.A., Mavrina L.N.

Data analysis - Beigul N.A., Karimova L.K., Muldasheva N.A., Gimranova G.G., Badikova A.D.

Writing the text and designing the article - Beigul N.A., Karimova L.K., Muldasheva N.A., Badikova A.D., Mavrina L.N.,

Editing - Karimova L.K., Muldasheva N.A., Beigul N.A.

All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Список литературы:

1. Чеботарев А.Г., Курьеров Н.Н. Гигиеническая оценка шума и вибрации, воздействующих на работников горных предприятий. Горная промышленность. 2020; 1: 148-53. DOI 10.30686/1609-9192-2020-1-148-153

2. Курьеров Н.Н., Чеботарев А.Г. Риски нарушения здоровья машинистов горных машин от шумо-вибрационного воздействия. Горная промышленность. 2022; 1: 138-43. DOI 10.30686/1609-9192-2022-1-138-143

3. Шайхлисламова Э.Р., Каримова Л.К., Валеева Э.Т., Кондрова Н.С., Галимова Р.Р. Профессиональная патология у работников предприятия по добыче и переработке медных руд Республики Башкортостан. Санитарный врач. 2016; 9: 11-5

4. Шаповал И.В., Рузаков В.О., Каримова Л.К., Мулдашева Н.А., Бейгул Н.А., Ильина Л.А., Волгарева А.Д. Производственный травматизм на горнодобывающих предприятиях Республики Башкортостан в 2017 – 2022 годах. Безопасность и охрана труда. 2024; 1: 8–12.

5. Носатова Е.А., Семейкин А.Ю. Влияние условий труда работников горной отрасли на формирование производственного травматизма и профзаболеваний. Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2018; 1: 102-12.

6. Ердесов Н.Ж., Сраубаев Е.Н., Серик Б. Производственный травматизм и профессиональная заболеваемость в Республике Казахстан. Медицина и экология. 2020;(4):38-45.

7. Лукьянчикова Т.Л., Ямщикова Т.Н., Клецова Н.В. Компаративистский анализ производственного травматизма: Россия и мир. Экономика труда. 2018; 5(3): 647-62. doi: 10.18334/et.5.3.39334

8. Маврина Л.Н., Каримова Л.К., Бейгул Н.А., Мулдашева Н.А., Шаповал И.В., Ильина Л.А. Анализ производственного травматизма в горнодобывающей отрасли России и Республики Башкортостан. Якутский медицинский журнал. 2025; 92(4): 92-5. https:// doi.org/10.25789/YMJ.2025.92.19

9. Серебряков П.В., Федина И.Н., Рушкевич О.П. Особенности формирования злокачественных новообразований органов дыхания у работников предприятий по добыче и переработке медно-никелевых руд. Медицина труда и промышленная экология. 2018; 9: 9–15. DOI: 10.31089/1026-9428-2018-9-9-15

10. Сюрин С.А., Шилов В.В. Особенности нарушений здоровья горняков северных медно-никелевых рудников. Гигиена и санитария. 2016; 95(5): 455-9.

11. Чеботарев А.Г., Семенцова Д.Д. Комплексная оценка условий труда и состояния профессиональной заболеваемости работников горно-металлургических предприятий. Горная промышленность. 2021; 1: 114-9. DOI 10.30686/1609-9192-2021-1-114-119

12. Чеботарев А.Г., Лескина Л.М., Головкова Н.П. Условия труда и профессиональный риск нарушения здоровья рабочих рудных карьеров. Горная промышленность. 2020; 5: 115-9. DOI 10.30686/1609-9192-2020-5-115-119

13. Муллер Н.В., Младова Т.А. Оценка профессионального риска проходчика участка буровзрывных работ. XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2022; 1(57): 91-5. DOI 10.46548/21vek-2022-1157-0018.

14. Чеботарев А.Г., Гибадулина И.Ю., Горячев Н.С. Загрязнение рудничной атмосферы при использовании самоходного оборудования с дизельным приводом и мероприятия по её нормализации. Горная промышленность. 2019; 2(144): 74-6. DOI 10.30686/1609-9192-2019-2-144-74-76

15. Горяев Д.В., Фадеев А.Г., Шур П.З., Фокин В.А., Зайцева Н.В. Гигиеническая оценка условий труда и профессиональной заболеваемости работников горнодобывающей промышленности в Арктической зоне Норильского промышленного района. Анализ риска здоровью. 2023; 2: 88–94. DOI: 10.21668/health.risk/2023.2.08

16. Прокопенко Л.В., Чеботарёв А.Г., Головкова Н.П., Лескина Л.М., Николаев С.П. Условия труда, профессиональная заболеваемость, риски нарушения здоровья машинистов горных машин на карьерах. Медицина труда и промышленная экология. 2022; 62(6): 403-11. https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-6-403-411

17. Преображенская Е.А., Сухова А.В., Зорькина Л.А., Бондарева М.В. Гигиеническая оценка условий труда и состояние здоровья работников горно-обогатительных комбинатов. Гигиена и санитария. 2016; 95(11): 1065-70. DOI: http://dx.doi. org/10.18821/0016-9900-2016-95-11-1065-1070

18. Сухова А.В., Преображенская Е.А., Ильницкая А.В., Кирьяков В.А. Состояние здоровья работников обогатительных фабрик при современных технологиях обогащения полезных ископаемых и меры профилактики. Здравоохранение Российской Федерации. 2017; 61(4): 196-201. https://doi.org/10.18821/0044-197X-2017-61-4-196-201

19. Аскарова З.Ф., Денисов Э.И. Оценка профессионального риска нарушений здоровья работников горнодобывающей промышленности. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2009; 1(65): 9-14.

20. Чащин В.П., Аскарова З.Ф. Априорный профессиональный риск для здоровья работников горно-обогатительного предприятия. Медицина труда и промышленная экология. 2008; 9: 18-22. ISSN 1026-9428.

21. Лозовая Е.В., Каримова Л.К., Гайнуллина М.К., Маврина Л.Н., Бейгул Н.А., Салимгареева Т.М. Гигиеническая оценка условий труда работниц горно-обогатительных фабрик. Медицина труда и экология человека. 2015; (3): 114-20.

22. Боранова Н.А., Рушкевич О.П., Луценко Л.А. Профессиональное здоровье работников фабрик по обогащению железистых кварцитов и меры профилактики. Медицина труда и промышленная экология. 2009; (8): 34-7

23. Преображенская Е.А. Роль факторов производственной среды в формировании патологии ЛОР-органов у работников обогатительных фабрик. Здравоохранение Российской Федерации. 2011; (4): 73-4.

References:

1. Chebotarev A.G., Kuryerov N.N. Hygienic assessment of noise and vibration affecting mining workers. *Gornaya promyshlennost'*. 2020; 1: 148-53. DOI 10.30686/1609-9192-2020-1-148-153 (In Russ.)

2. Kuryerov N.N., Chebotarev A.G. Health risks of mining machine drivers from noise and vibration effects. *Gornaya promyshlennost'*. 2022; 1: 138-43. DOI 10.30686/1609-9192-2022-1-138-143 (In Russ.)

3. Shaykhlislamova E.R., Karimova L.K., Valeyeva E.T., Kondrova N.S., Galimova R.R. Occupational pathology in employees of the copper ore mining and processing enterprise of the Republic of Bashkortostan. *Sanitarnyy vrach.* 2016; 9: 11-5 (In Russ.)

4. Shapoval I.V., Ruzakov V.O., Karimova L.K., Muldasheva N.A., Beygul N.A., Ilina L.A., Volgareva A.D. Occupational injuries at mining enterprises of the Republic of Bashkortostan in 2017-2022. *Bezopasnost' i okhrana truda*. 2024; 1: 8–12 (In Russ.)

5. Nosatova YE.A., Semeykin A.YU. The influence of working conditions of mining workers on the formation of occupational injuries and occupational diseases. *Izvestiya TuLGU. Nauki o Zemle.* 2018; 1: 102-12 (In Russ.)

6. Erdesov N.ZH., Sraubayev YE.N., Serik B. Occupational injuries and morbidity in the Republic of Kazakhstan. *Meditsina i ekologiya*. 2020;(4):38-45 (In Russ.)

7. Luk'yanchikova T.L., Yamshchikova T.N., Kletsova N.V. Comparative analysis of occupational injuries: Russia and the world. *Ekonomika truda.* 2018; 5(3): 647-62. doi: 10.18334/et.5.3.39334 (In Russ.)

8. Mavrina L.N., Karimova L.K., Beigul N.A., Muldasheva N.A., Shapoval I.V., Ilyina L.A. Analysis of occupational injuries in the mining industry of Russia and the Republic of Bashkortostan. *Yakutskiy meditsinskiy zhurnal.* 2025; (4): 92-5. https://doi.org/10.25789/YMJ.2025.92.19 (In Russ.)

9. Serebryakov P.V., Fedina I.N., Rushkevich O.P. Features of the formation of malignant neoplasms of the respiratory organs in workers of enterprises engaged in the extraction and processing of copper-nickel ores. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya.* 2018; 9: 9–15. DOI: 10.31089/1026-9428-2018-9-9-15 (In Russ.)

10. Syurin S.A., Shilov V.V. Peculiarities of health disorders of miners of the northern copper-nickel mines. *Gigiyena i sanitariya.* 2016; 95(5): 455-9 (In Russ.)

11. Chebotarev A.G., Sementsova D.D. Comprehensive assessment of working conditions and occupational morbidity of employees of mining and metallurgical

enterprises. *Gornaya promyshlennost'*. 2021; 1: 114-9. DOI 10.30686/1609-9192-2021-1-114-119 (In Russ.)

12. Chebotarev A.G., Leskina L.M., Golovkova N.P. Working conditions and occupational health risk of ore quarry workers. *Gornaya promyshlennost'*. 2020; 5: 115-9. DOI 10.30686/1609-9192-2020-5-115-119 (In Russ.)

13. Muller N.V., Mladova T.A. Assessment of the professional risk of a drilling and blasting site contractor. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus*. 2022; 1(57): 91-5. DOI 10.46548/21vek-2022-1157-0018 (In Russ.)

14. Chebotarev A.G., Gibadulina I.YU., Goryachev N.S. Pollution of the mine atmosphere when using self-propelled equipment with diesel drive and measures to normalize it. *Gornaya promyshlennost'*. 2019; 2(144): 74-6. DOI 10.30686/1609-9192-2019-2-144-74-76 (In Russ.)

15. Goryayev D.V., Fadeyev A.G., Shur P.Z., Fokin V.A., Zaytseva N.V. Hygienic assessment of working conditions and occupational morbidity of mining industry workers in the Arctic zone of the Norilsk Industrial Region. *Analiz riska zdorov'yu*. 2023; 2: 88–94. DOI: 10.21668/health.risk/2023.2.08 (In Russ.)

16. Prokopenko L.V., Chebotarëv A.G., Golovkova N.P., Leskina L.M., Nikolayev S.P. Working conditions, occupational morbidity, health risks of mining machine operators in quarries. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2022; 62(6): 403-11. https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-6-403-411 (In Russ.)

17. Preobrazhenskaya YE.A., Sukhova A.V., Zor'kina L.A., Bondareva M.V. Hygienic assessment of working conditions and health status of mining and processing plant workers. *Gigiyena i sanitariya*. 2016; 95(11): 1065-70. DOI: http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-11-1065-1070 (In Russ.)

18. Sukhova A.V., Preobrazhenskaya YE.A., Il'nitskaya A.V., Kir'yakov V.A. Health status of enrichment plant workers with modern technologies of mineral processing and preventive measures. *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii*. 2017; 61(4): 196-201. https://doi.org/10.18821/0044-197KH-2017-61-4-196-201 (In Russ.)

19. Askarova Z.F., Denisov E.I. Assessment of occupational health risk of mining industry workers. *Byulleten' VSNTS SO RAMN*. 2009; 1(65): 9-14 (In Russ.)

20. Chashchin V.P., Askarova Z.F. A priori occupational risk to the health of employees of a mining and processing enterprise. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya.* 2008; 9: 18-22. ISSN 1026-9428 (In Russ.)

21. Lozovaya YE.V., Karimova L.K., Gaynullina M.K., Mavrina L.N., Beygul N.A., Salimgareyeva T.M. Hygienic assessment of working conditions of female workers at mining and processing plants. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka.* 2015; (3): 114-20 (In Russ.)

22. Boranova N.A., Rushkevich O.P., Lutsenko L.A. Occupational health of workers at ferruginous quartzite processing plants and preventive measures. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya.* 2009; (8): 34-7 (In Russ.)

23. Preobrazhenskaya YE.A. The role of factors of the production environment in the formation of pathology of ENT organs in workers of processing plants. *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii.* 2011; (4): 73-4 (In Russ.)

Информация об авторах

Бейгул Наталья Александровна – кандидат химических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела комплексных проблем гигиены и экологии человека ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека»; доцент кафедры физической и органической химии ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (e-mail: omt_ufnii@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8006-384X)

Мулдашева Надежда Алексеевна – научный сотрудник отдела комплексных проблем гигиены и экологии человека ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» (e-mail: muldasheva51@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3518-3519)

Каримова Лилия Казымовна – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела комплексных проблем гигиены и экологии человека ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» (e-mail: iao_karimova@rambler.ru; тел. 8 (347) 255-57-21; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4995-0854)

Бадикова Альбина Дарисовна – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», заведующий

кафедрой физической и органической химии, доктор технических наук, профессор (e-mail: badikova_albina@mail.ru, http://orcid.org/0000-0003-4696-4342)

Маврина Лиана Николаевна - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела комплексных проблем гигиены и экологии человека ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека» (e-mail: Liana-1981@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-0250-2683)

Гимранова Галина Ганиновна - доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела медицины труда ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» (e-mail: gala.gim@mail.ru, (347)255-57-21, https://orcid.org/0000-0002-8476-1223)

Зайдуллин Искандер Ильдарович – кандидат медицинских наук, заведующий отделом медицины труда ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», врач-стоматолог (e-mail: iskanderdent@yahoo.com, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6031-5683)

Author information

Natalya A. Beigul – Cand. Sc. (Chemistry), Associate Professor, Senior Researcher at the Department of Complex Problems of Hygiene and Human Ecology of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology; Associate Professor Ufa State Petroleum Technological University (e-mail: omt_ufnii@mail.ru; tel.: +7 (347) 255-57-21; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8006-384X)

Nadezhda A. Muldasheva – Researcher at the Department of Complex Problems of Hygiene and Human Ecology of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology (e-mail: muldasheva51@gmail.com; tel: +7 (347) 255-57-21; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3518-3519)

Liliya K. Karimova - Doctor of Medical Sciences, Chief Researcher at the Department of Complex Problems of Hygiene and Human Ecology of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology (e-mail: iao_karimova@rambler.ru; tel.: +7 (347)255-57-21; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4995-0854)

Albina D. Badikova - Ufa State Petroleum Technological University, Head of Department, Doctor of Technical Sciences, Professor (e-mail: badikova_albina@mail.ru, http://orcid.org/0000-0003-4696-4342)

Liana N. Mavrina – Cand. Sc. (Biology), Senior Researcher Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology (e-mail: Liana-1981@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-0250-2683)

Galina G. Gimranova – Doct. Sc. (Medicine), Chief Researcher at the Department of Occupational Health of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology (e-mail: gala.gim@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-8476-1223)

Iskander I. Zaidullin – Cand. Sc. (Medicine), Head of the Department of Occupational Health of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology dentist (e-mail: iskanderdent@yahoo.com, https://orcid.org/0000-0002-6031-5683)

Поступила/Received: 20.02.2026

Принята в печать/Accepted: 25.02.2026