

УДК 613.6.02 : 616.7 : 622

^{1,2}ШАЙХЛИСЛАМОВА Э.Р., ²КУДАШЕВА А.Р.,
¹КАРИМОВА Л.К., ²ТЕРЕГУЛОВА З.С.,
¹ВОЛГАРЕВА А.Д.

¹ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 450106, г. Уфа, ул. Ст. Кувыкина, 94

²ФГБОУ ВО «БГМУ» Минздрава России, 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3

Факторы и показатели профессионального риска развития костно-мышечных нарушений у работников подземной добычи медно-цинковых руд

Резюме. Актуальность проблемы. Предприятия по добыче полиметаллических руд характеризуются специфичностью условий труда с высокими профессиональными рисками нарушений здоровья для работников. Для подземных работ, как правило, характерно одновременное воздействие на организм работников ряда неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса, среди которых необходимо отметить физические и химический факторы, неблагоприятный микроклимат; аэрозоли, преимущественно фиброгенного действия, тяжесть и напряженность труда.

Цель работы. Оценка риска развития костно-мышечных нарушений у работников предприятия по добыче медно-цинковых руд.

Материал и методы. Условия труда и риск развития нарушений костно-мышечной системы оценены по результатам периодических медицинских осмотров, а также обследования в профпатологическом стационаре горнорабочих основных профессиональных групп мужского пола (проходчики, крепильщики, машинисты погрузочно-доставочных машин) и группы сравнения (работники наземных профессий) АО «УГОК». Проанализированы показатели стандартизованного относительного риска развития нарушений костно-мышечной системы, отношения шансов и этиологической доли и минеральной плотности костной ткани.

Результаты и обсуждение. По действующему на шахтеров комплексу вредных факторов производства

^{1,2}SHAIKHLISLAMOVA E.R., ²KUDASHEVA A.R.,
¹KARIMOVA L.K., ²TEREGULOVA Z.S., ¹VOLGAREVA A.D.

¹Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, 94 Kuvykina street, 450106 Ufa, Russia.

²Bashkirian State Medical University of the Russian Health Ministry, 3 Lenina street, 450008 Ufa, Russia

Occupational risk factors and indicators of musculoskeletal disorders development in workers of underground copper-zinc extraction

Abstract. Background. Polymetallic ore mining enterprises are characterized by specific working conditions with high occupational health risks for workers. Underground work is known to be characterized by the simultaneous impact on workers of a number of hazardous work environment and work process factors including physical and chemical ones, unfavorable microclimate, aerosols, mainly of fibrogenic nature, severity and tension of work.

Purpose of the study. Risk assessment of developing musculoskeletal disorders in copper-zinc extraction workers.

Materials and methods. Working conditions and risks for developing musculoskeletal disorders were assessed based on the results of periodic medical examinations, as well as examinations at the occupational pathology clinic for miners of the main male occupational groups (miners, fasteners, drivers loading machines) and comparison groups (ground-based workers) of UGOK JSC. The indicators of the standardized relative risk of developing disorders of the musculoskeletal system, the odds ratio and the etiological fraction and bone mineral density are analyzed.

Results and discussion. According to the complex of hazardous occupational factors exerting impact on miners, a high a priori occupational risk has been established for miners and a medium - for fasteners and drivers loading machines. According to the standardized relative risk values, a high risk for developing musculoskeletal diseases has been identified among installers, and a very high one among tunnels and drivers loading machines. There was a 4-fold de-

установлен высокий априорный профессиональный риск для проходчиков и средний — для крепильщиков и машинистов погрузочно-доставочных машин. По величинам стандартизованного относительного риска высокий риск развития заболеваний костно-мышечной системы определен для крепильщиков, очень высокий — для проходчиков и машинистов погрузочно-доставочных машин. Констатировано снижение показателей минеральной плотности костной ткани у обследованных мужчин основной группы в 4 раза чаще, чем в группе сравнения. Анализ показателей костной денситометрии у горнорабочих в стажевом аспекте указывал на зависимость развития остеопении от стажа работы в подземных условиях. Полученные расчетные величины выявленных при стационарном обследовании профессиональных заболеваний костно-мышечной и периферической нервной систем у работников основных профессий относятся к чрезвычайно высоким.

Выводы. Уровни априорного и апостериорного профессиональных рисков для здоровья работников основных профессий горнодобывающего предприятия требуют разработки и реализации практико-ориентированных мероприятий по их снижению.

Ключевые слова: подземные условия труда, горнорабочие, добыча медно-цинковых руд, заболевания костно-мышечной системы, остеопения, профессиональный риск

crease in bone mineral density in the examined men of the main group. It occurred more often than in the comparison group. The analysis of bone densitometry indices in miners in terms of work experience has shown the dependence of the development of osteopenia on the length of service in underground conditions. The calculated values obtained during the stationary examination of the occupational diseases of the musculoskeletal and peripheral nervous systems among workers of the main occupations are extremely high.

Conclusions. The levels of a priori and posterior occupational health risks for workers in the main occupations of the mining enterprise require the development and implementation of practice-oriented measures to reduce them.

Key words: underground working conditions, miners, extraction of copper-zinc ores, musculoskeletal diseases, osteopenia, occupational risk

Контактное лицо:

Шайхлисламова Эльмира Радиковна,

кандидат медицинских наук, заместитель главного врача по медицинской части ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», доцент кафедры терапии и профессиональных болезней с курсом ИДПО ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, 450106, г. Уфа, ул. Ст. Кувыкина, 94. Тел.: 8 917 7596093, e-mail: shajkh.ehlmira@yandex.ru

Contact person:

Shaykhlislamova Elmira Radikovna,

Candidate of Medicine, deputy chief physician of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, associate professor at the Department of Therapy and Occupational Diseases of the Bashkirian State Medical University of the Russian Health Ministry, 450106, Ufa, ul. Kuvykina, 94. Tel.: 8 917 7596093, e-mail: shajkh.ehlmira@yandex.ru

Актуальность проблемы.

Предприятия по добыче полезных ископаемых, в частности полиметаллических руд, характеризуются различными технологическими процессами, специфичностью условий труда с высокими профессиональными рисками для работников [2, 6, 8, 10].

На территории Южного Урала расположен АО «Учалинский горно-обогатительный комбинат» (АО «УГОК»), который имеет филиалы в

г.г. Учалы и Сибай. АО «УГОК» среди аналогичных предприятий отрасли занимает первое место по производству цинкового и перитового концентратов и третье место — по производству медного концентрата. В последние годы добыча руды осуществляется преимущественно подземным способом. При этом технологический процесс состоит из бурения, взрывания, крепления, погрузки, транспортировки и доставки руды на поверхность.

Подземные работы, как правило, характеризуются одновременным воздействием на организм горнорабочих целого ряда неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса, среди которых необходимо отметить физические факторы (шум, вибрация); химический фактор (взрывные и сульфурные газы, компоненты выхлопных газов от дизельного оборудования, представленные оксидом азота и углерода, акролеином,

формальдегидом и др.); неблагоприятный микроклимат; аэрозоли, преимущественно фиброгенного действия; тяжесть и напряженность труда; а также отсутствие естественного освещения и ограниченность пространств шахты при выполнении ряда операций. Использование ручных перфораторов, буровых установок и погрузочных машин при проведении работ создает в шахте шум и вибрацию, параметры которой превышают подчас установленные допустимые уровни для шума – более 15-20 дБА, вибрации – более 5 дБ, что способствует развитию в организме вначале функциональных, затем органических изменений. По данным ряда гигиенических исследований рабочих мест на горно-обогатительных предприятиях имеет место превышение уровней шума на 31–34%, вибрации – 22,2%, запыленности – 11,1% [6, 8, 13, 15, 16, 17].

Основные производственно-профессиональные группы на предприятиях по добыче руд представлены проходчиками, машинистами погрузочно-доставочных машин (ПДМ), буровых установок, машинистами экскаваторов и бульдозеров, крепильщиками. Именно этот контингент горнорабочих можно рассматривать и как «группу риска», испытывающую на себе двойную ксенобиальную нагрузку производственными факторами и техногенным загрязнением среды обитания выбросами комбината [1].

Весь представленный комплекс вредных производственных факторов при добыче руд подземным способом является одним из ведущих в формировании нарушения здоровья работников, занятых добычей руд и является причиной развития у них профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний, а также влияет на формирование уровней заболеваемости с временной утратой трудоспособности [3, 5, 7, 8, 9, 13, 14].

Цель работы. Оценка риска развития костно-мышечных нарушений у работников предприятия по добыче медно-цинковых руд на примере АО «УГОК».

Материалы и методы. Условия труда и риск развития нарушений костно-мышечной системы (КМС) оценены по результатам перио-

дических медицинских осмотров (ПМО) методом сплошной выборки в профессиональных группах: проходчики (бурильщики) – 210 человек (средний возраст $39,6 \pm 0,6$ лет; средний стаж $15,2 \pm 0,1$ лет), крепильщики – 180 человек ($37,1 \pm 0,68$; $9,6 \pm 0,56$ лет); машинисты ПДМ – 280 человек ($36,2 \pm 0,48$; $9,1 \pm 0,34$) и группе сравнения – 350 работников наземных профессий сопоставимого возраста и стажа. Дополнительно в условиях профпатологического стационара обследовано 139 горнорабочих этих же профессиональных групп (средний возраст $44,5 \pm 0,8$ лет, средний стаж $17,2 \pm 0,8$ года). Все обследованные были лицами мужского пола. Использованы гигиенические, клинические и медико-статистические методы исследования с расчетом стандартизованного относительного риска (COP) развития нарушений КМС по показателям ее распространенности по результатам ПМО, рассчитаны показатели отношения шансов (ОШ) и этиологической доли (ЭД) [11].

Для оценки функционального состояния нервно-мышечного аппарата выполнено электронейромиографическое исследование (ЭНМГ) (аппаратно-программный комплекс «Нейро-МВП-Нейрософт», Россия) периферических нервов конечностей с оценкой максимальной скорости распространения возбуждения по моторным волокнам локтевого, срединного и малоберцового нервов, амплитуде вызванного М-ответа, резидуальной латентности.

Показатели минеральной плотности костной ткани (МПКТ) исследованы методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DEXA) (DTX-200 OSTEOMETER, дания-США). Степень снижения плотности кости констатировали по значению Т-критерия в соответствии с рекомендациями ВОЗ (WHO, 1994): изменение Т-критерия не более 1 стандартного отклонения (SD) соответствовало норме, от -1 до -2,5 SD расценивалось как остеопения, ниже -2,5 SD – как остеопороз.

Статистическая обработка полученных данных выполнена на компьютере класса Pentium – V с использованием прикладных программ Microsoft Excel 2000, Microsoft Access, STATISTICA 6.0. С помощью стандартных методов

вариационной статистики рассчитаны: средняя арифметическая (М), ошибка (m). Для оценки статистически значимых различий между группами с количественными признаками использован критерий Стьюдента, для анализа номинальных данных – критерий χ^2 , для элиминации возрастных различий распространенности костно-мышечных нарушений – стандартизацию по возрасту косвенным методом. Доверительный интервал при оценке риска рассчитывали согласно руководству «Профессиональный риск для здоровья работников» [11]. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. По данным гигиенических исследований установлен комплекс вредных факторов производства, действующих на шахтеров, включающий локальную (ручные виброинструменты) и общую вибрацию (самходная горная техника), производственный шум. Воздух рабочей зоны содержал аэрозоли фиброгенного действия, отработанные газы дизельных двигателей, полиметаллическую пыль. Микроклимат при подземной добыче руды характеризовался особенностями забоя, использованием водной системы пылеподавления, что формировало высокую влажность воздуха на фоне относительно стабильной пониженной температуры (+14-16°C). Тяжесть труда складывалась преимущественно за счет подъема и переноса груза вручную, работ в вынужденных фиксированных позах. Напряженность труда определялась наличием риска для собственной жизни, повышенной ответственностью за безопасность других лиц, содержанием и характером выполняемой работы, нагрузкой на слуховой анализатор и режимами труда, в том числе ночными сменами. Условия труда работников усугублялись отсутствием естественного освещения и нахождением в замкнутом пространстве на глубине 500м.

Априорный профессиональный риск для здоровья горнорабочих оценен как высокий у проходчиков (общая оценка класса условий труда 3.3) и средний – у крепильщиков и машинистов ПДМ (класс 3.2) [12].

Болезни КМС, представленные дегенеративно-дистрофическими

заболеваниями позвоночника и суставов (остеохондроз, остеоопения, остеопороз, остеоартроз), занимали ведущее место (33,3%) в структуре основных неинфекционных заболеваний, выявленных по результатам ПМО. При этом, частота этих заболеваний у проходчиков составила – 55,9%, машинистов ПДМ – 44,3%, крепильщиков – 26,3%.

По величинам стандартизованного относительного риска высокий риск развития заболеваний КМС определен для крепильщиков (COP=2,4, ЭД=58,2%), очень высокий – для проходчиков (COP=3,8, ЭД=74,0%) и машинистов ПДМ (COP=4,5, ЭД=77,8%) (табл. 1).

Высокую статистическую значимость выявленных тенденций подтверждали результаты регрессионного анализа зависимости заболеваемости болезнями КМС от стажа работы: для проходчиков получена высокая степень аппроксимации модели зависимости распространенности болезней КМС от стажа работы ($R^2>0,95$), для крепильщиков и машинистов ПДМ – удовлетворительная ($0,8<R^2<0,95$) [4].

По результатам ЭНМГ у обследованных горнорабочих выявлено статистически достоверное по отношению к группе сравнения снижение средних значений скорости распространения возбуждения по двигательным волокнам исследованных периферических нервов ($p<0,05$): в 37,5% случаев выявлено снижение

скорости распространения возбуждения по двигательным волокнам срединного, в 27,8% – локтевого и в 13,9% – малоберцового нервов. Амплитуда М-ответа была снижена более чем у 50% работников, а ее средняя составляющая во всех случаях была достоверно ниже, чем в группе сравнения.

При количественной оценке показателей МПКТ констатируется ее снижение у 53,1% обследованных мужчин, что в 4 раза чаще, чем в группе сравнения. Как и следовало ожидать, с увеличением возраста число лиц со сниженными показателями МПКТ нарастало среди всех обследованных. Однако более раннее изменение минеральной плотности кости наблюдалось среди работников основной группы. Так, если в возрастной группе 20-29 лет снижение МПКТ встречалось в 4 раза, то в группах 30-39 и 40-49 лет – в 4,6 раза чаще, чем в сравниваемой группе. Кроме того, мужчины основной группы в возрасте 40-49 лет оказались наиболее уязвимыми ($62,9\pm4,0\%$) по изменению костной плотности, чем в возрасте 50-55 лет ($46,7\pm2,9\%$; $p<0,05$). Среди работников группы сравнения установлена только возрастная зависимость снижения МПКТ. Так, если при стаже до 5 лет в основной группе частота снижения МПКТ составила 7,1% (в группе сравнения ни одного случая), то при стаже свыше 10 лет – $40\pm0,5\%$ случаев против $26,7\pm0,9\%$ ($p<0,05$) в группе сравнения.

При индивидуальном анализе результатов DEXA у лиц со сниженной минеральной плотностью кости остеоопения и остеопороз были установлены соответственно в 2 и в 2,6 раза чаще в основной группе, чем в группе сравнения. Показатели костной денситометрии, проанализированные в стажевом аспекте, указывали на то, что у горнорабочих развитие остеоопении зависело в первую очередь от стажа работы в подземных условиях.

По результатам стационарного обследования у работников АО «УГОК» было диагностировано 16 профессиональных заболеваний костно-мышечной и периферической нервной системы (ПЗ КМС и ПНС), в структуре которых на долю вибрационной болезни приходилось 62,5%, радикулопатии пояснично-крестцового уровня – 25,0%, полиневропатии конечностей – 12,5%. Более 80% случаев ПЗ КМС и ПНС выявлено у проходчиков, 12,5% – у крепильщиков и 6,3% – у машинистов ПДМ.

По частоте выявленных профессиональных заболеваний по отношению к общему числу осматриваемых горнорабочих соответствующей профессиональной группы наибольшая вероятность развития данной патологии также характерна для проходчиков (6,2 на 100 осматриваемых); частота выявления ПЗ КМС и ПНС у крепильщиков составила 1,1 на 100 осматриваемых, у машинистов ПДМ – 0,3 на 100 осматриваемых.

Полученные нами расчетные величины ПЗ КМС и ПНС работников основных профессий относятся к чрезвычайно высоким, поскольку превышают нижнюю границу «высокого» по классификации уровня профессиональной заболеваемости [11]. Следовательно, в основных профессиональных группах имеет место чрезвычайно высокий уровень профессионального риска.

Выводы

Труд работников подземных профессий горнодобывающего предприятия характеризуется сочетанным воздействием вредных факторов рабочей среды и трудового процесса: локальная вибрация при ручном бурении шпуров перфораторами, общая вибрация, химический фактор, шум, неблагоприятный микроклимат, тяжесть и

Таблица 1.

Стандартизованный относительный риск развития патологии костно-мышечной системы у работников основных профессий АО «УГОК»

Профессиональная группа	COP	ОШ	ЭД, %	Качественная оценка ЭД	p
Заболевания костно-мышечной системы					
Машинисты ПДМ	4,5	14,3	77,8	очень высокая	$p<0,001$
Доверительный интервал	3,3 – 6,0	8,8 – 23,3			
Проходчики	3,8	8,8	74,0		
Доверительный интервал	2,7 – 5,4	4,7 – 16,2		высокая	$p<0,01$
Крепильщики	2,4	3,3	58,2		
Доверительный интервал	1,7 – 3,4	2,1 – 5,2		очень высокая	$p<0,001$
Рабочие основных профессий, всего	3,5	7,0	71,6		
Доверительный интервал	2,6 – 4,7	4,9 – 10,2			

напряженность труда. Интегральная оценка условий труда по руководству Р.2.2.2006-05, соответствовала вредному классу второй – третьей степени вредности.

Дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника и суставов занимают ведущее место в структуре хронических неинфекционных заболеваний. Стандартизованный относительный риск развития болезней КМС у крепильщиков явился высоким, у проходчиков и машинистов ПДМ – очень высоким и сочетался со статистически значимым ростом вероятности развития заболеваний с увеличением стажа

работы. Имеющиеся условия труда обуславливали у работников, занятых подземной добычей медно-цинковых руд развитие остеопении и остеопороза более чем в 2 раза чаще мужчин, занятых наземным трудом. Вероятность развития ПЗ КМС и ПНС, рассчитанная по частоте их выявления по отношению к общему числу осмотренных горнорабочих соответствующей профессиональной группы возрастает в ряду: машинисты ПДМ, крепильщики, проходчики.

Таким образом, априорный профессиональный риск для здоровья работников явился высоким у про-

ходчиков и средним – у крепильщиков и машинистов ПДМ. Априорный профессиональный риск по рассчитанным показателям стандартизованного относительного риска развития болезней КМС – очень высоким у проходчиков и машинистов ПДМ и высоким – у крепильщиков; по риску развития ПЗ КМС и ПНС – чрезвычайно высоким, что требует разработки и реализации практико-ориентированных мероприятий по его снижению.

Литература

- Белан Л.Н. Геоэкологические основы природно-техногенных экосистем горнорудных районов Башкортостана: автореф. дис. д-ра геол.-минерал. наук. - 2007. - 50 с.
- Бухтияров И.В. Актуальные вопросы улучшения условий труда и сохранения здоровья работников горнорудных предприятий / Бухтияров И.В., Чеботарев А.Г., Курьеров Н.Н., Сокур О.В. // Медицина труда и промышленная экология. - 2019. - 59(7). - С. 424 - 429
- Власова Е.М. Оценка изменения функциональных нарушений у работников, занятых на подземных горных работах, для прогнозирования профессионального риска здоровью / Власова Е.М., Алексеев В.Б., Шляпников Д.М. и др. // Здоровье населения и среда обитания. - 2015. - № 12. - С. 22-26.
- Гельман В.Я. Медицинская информатика: практикум (2-ое изд.) – СПб: Питер, 2002. – 480 с
- Зайцева Н.В. Особенности производственно обусловленных заболеваний у шахтеров, занятых подземной добычей хромовых руд / Зайцева Н.В., Устинова О.Ю., Алексеев В.Б. и др. // Медицина труда и промышленная экология. - 2018. - №10. - С. 6 - 12
- Каримова Л.К. Профессиональные риски нарушения здоровья работников, занятых добычей и переработкой полиметаллических руд / Каримова Л.К., Серебряков П.В., Шайхлисламова Э.Р., Яцына И.В. - Уфа-М.: ООО "Принт-2", 2016. - 337 с.
- Кирияков В.А. Профессиональная патология нервной системы у горнорабочих. / Кирияков В.А., Жеглова А.В., Сааркоппель Л.М., Сухова А.В. - М., 2015. - 224 с.
- Кирияков В.А. Профессиональный риск болезней костно-мышечной системы у рабочих горно-обогатительных комбинатов / Кирияков В.А., Сухова А.В. // Медицина труда и промышленная экология. - 2015. - № 9. - С.68
- Крючкова Е.Н. Пути повышения общей резистентности организма рабочих, занятых добычей медно-никелевых руд / Крючкова Е.Н., Сухова А.В., Преображенская Е.А. // Материалы научной конференции с международным участием «Итоги и перспективы развития медицины труда в первой четверти XXI века». [под ред. С.В. Гребенькова, И.В. Бойко, Л.В. Довгуши]. – СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2019. – С. 79 - 81
- Профессиональная патология: национальное руководство. Под ред. Н.Ф. Измерова. - М.: ГОЭТАР-Медиа, 2011 – 345 с.
- Профессиональный риск для здоровья работников : руководство / под ред. Н.Ф. Измерова, Э.И. Денисова. – М.: Травант, 2003. – 448 с.
- Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки: Руководство Р.2.2.1766-03. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 24 с.
- Скрипаль Б.А. Особенности развития профессиональной заболеваемости на предприятиях горно-химического комплекса Арктической зоны Российской Федерации / Скрипаль Б.А., Никанов А.Н., Талыкова Л.В., Гушин И.В. // Санитарный врач. - 2017. - № 7. - С. 32-36.
- Скрипаль, Б.А. Состояние здоровья и заболеваемость рабочих подземных рудников горнохимического комплекса Арктической зоны Российской Федерации / Скрипаль Б.А. // Медицина труда и промышленная экология. - 2016. - № 6. - С. 23-26.
- Страшников Т.Н. Гигиеническая оценка условий труда и риска для здоровья работников предприятий горнорудной промышленности / Страшников Т.Н., Захаренков В.В., Олещенко А.М., и др. // Медицина труда и промышленная экология. - 2016. - №5. - С. 25 - 28
- Чеботарев А.Г. Состояние условий труда и профессиональной заболеваемости работников горнодобывающих предприятий / Чеботарев А.Г. // Горная промышленность – 2018. - №1 (137). – С. 92 - 95
- Чумаков Н.В., Значительная физическая нагрузка как критерий риска здоровью работающих в неблагоприятных по критериям тяжести трудового процесса условиях труда / Чумаков Н.В., Рахманов Р.С., Трошин В.В. и др. // Здоровье населения и среда обитания. - 2016. - № 3. - С. 14-16.