

В.П. Чащин, Э.Ф. Аскарова

**АПРИОРНЫЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РИСК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ
ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ***Северо-западный научный центр гигиены и общественного здоровья, г. Санкт-Петербург; Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа*

Дана гигиеническая оценка условий труда, рассчитаны пылевые нагрузки, риск возникновения стохастических эффектов у рабочих горно-обогатительного предприятия.

Ключевые слова: подземный рудник, обогатительная фабрика, производственные факторы, пылевая нагрузка, радон, стохастические эффекты.

V.P. Tchashin, Z.F. Askarova. A priori occupational health risk for workers of ore mining and processing enterprise. The authors present hygienic evaluation of work conditions, calculate dust loads and risk of stochastic effects in workers of ore mining and processing enterprise. Integral evaluation of the work conditions, according to hygienic criteria, by totality of acting occupational hazards, corresponds to class 3.1-3.4.

Key words: underground mine, processing factory, occupational factors, dust load, radon, stochastic effects.

Предприятия горнорудной промышленности продолжают играть определяющую роль в развитии экономики страны. Расположенный в Башкирском Зауралье Учалинский горно-обогатительный комбинат (УГОК) — крупнейшее предприятие России по добыче руды цветных металлов и получению на обогатительном комплексе медного и цинкового концентратов. Добыча руды осуществлялась открытым и подземным способами, к 2000 г. полностью перешли на подземную добычу. На предприятии занято более 6 тыс. человек — 24,3 % трудоспособного населения г. Учалы.

Целью работы явилось определение профессионального риска здоровью работающих горно-обогатительного предприятия на основании изучения условий труда.

Материалы и методики. Исследования выполнялись в основных цехах УГОК — Учалинском подземном руднике (УПР), Узельгинском подземном руднике (Уз. ПР), автотранспортном предприятии (АТП), обогатительной фабрике (ОФ), железнодорожном цехе, энергоцехе и вспомогательных цехах: ремонтно-механическом заводе (РМЗ), строительно-монтажном участке, центральной лаборатории автоматизации производства и измерительной техники и др. Проанализированы особенности технологического процесса, уровни шума, вибрации, освещенности, микроклиматические параметры, уровни запыленности, содержание вредных веществ в воздухе рабочей

зоны, радиоактивных газов. Для определения допустимого стажа работы и возможности продолжения работы на конкретных рабочих местах проведен расчет пылевой нагрузки за весь период реального или предполагаемого контакта с фактором. При этом использовались данные производственного контроля ведомственной санитарно-гигиенической лаборатории за период 2001—2005 гг. и данные радиологических измерений центра Госсанэпиднадзора в Республике Башкортостан за 2001 г. Все перечисленные направления исследований были проведены в соответствии с общепринятыми методами согласно нормативным документам [3—5].

Результаты. Технология добычи руды подземным способом состоит из нескольких этапов: вскрытие месторождения, подготовка шахтного поля и очистные работы, непосредственно связанные с выемкой руды. Основные производственные процессы при проходке и выемке слагаются из бурения, взрывания, крепления, погрузки, транспортировки и доставки руды. На выполнение буровзрывных работ затрачивается до 26 % рабочего времени бурения технологического цикла. Бурение вертикальных шпуров по забою осуществляется с использованием ручных перфораторов ПП-63 и бурения до 25 % времени в неудобной или фиксированной позе и нахождения до 60 % времени смены в позе стоя. На выполнение буровых работ затрачивается 6 ч рабочего времени. Масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены, у проходчиков

с рабочей поверхности составляет до 870, с пола — до 435 кг. Основные рабочие профессии: проходчики, бурильщики, крепильщики, взрывники, доставщики, машинисты насосных установок и др. К числу вспомогательных профессий отнесены слесари и электрослесари по ремонту горного оборудования, сварщики, рабочие по уборке горных выработок и др.

В настоящее время на УГОК на подземных горных работах используется современная высокопроизводительная техника отечественного и зарубежного производства, что позволило повысить производительность труда. Так, бурение шпуров осуществляют с помощью финских машин «Параматик ГС 205», шведских «БУМЕР-128», украинских — УБШ 312, УБШ 322; бурение скважин — финских «СОЛО А 605 РР», «СОЛО Г 1008 РА»; отгрузку горной массы — финских (погрузчики) «ТОРО 501 Д», самосвалов типа «ТОРО 35 Д», «ТОРО 40 Д», белорусских МоАЗы, японских «Кавасаки К9М2».

Технологический процесс обогащения руды включает в себя подготовку руды к обогащению — это трехстадийное дробление, грохочение и транспортировка руды; процессы собственно обогащения, к которым относятся электромагнитная сепарация, гравитационное обогащение и флотация; обработку концентратов (сушка, упаковка и погрузка). В 2000—2002 гг. проведена реконструкция 1-й и 2-й секций ОФ с установкой флотомашин нового поколения, в измельчительном отделении смонтированы гидроциклоны германской фирмы «Доберсек». С 2002 г. в фильтровально-сушильном отделении (ФСО) главного корпуса ОФ сушка концентратов осуществляется пресс-фильтрами итальянской фирмы «Диемме». Основными профессиями на ОФ являются дробильщики, мельники, флотаторы, слесари и электрослесари по ремонту оборудования и др.

На различных участках всего цикла обогащения руды работающие подвергаются воздействию производственного шума, технологической вибрации, пыли сложного состава, флотореагентов. Кроме того, водные растворы некоторых флотореагентов при определенных условиях (под влиянием влаги и углекислоты воздуха) разлагаются с выделением очень токсичных продуктов. Значительным пылеобразованием сопровождается операция загрузки кальцинированной соды и негашеной извести в растворные чаны. Следует также отметить, что у флотомашин обнаружены аэрозоли тяжелых металлов.

Результаты измерений уровней запыленности, проведенные в различные периоды года, показали, что все технологические операции сопровождаются пылевыделением различной степени интенсивности. Оценивая запыленность воздуха на рабочих местах по ОФ в 2005 г., установлено, что 28,9 % отобранных проб были выше предельно допустимых концентраций (ПДК). Наиболее высокие уровни запыленности были отмечены на рабочих местах машинистов крана (ФСО ОФ) при погрузке медного концентрата (от 3,13 до 10,71 мг/м³ при ПДК 4 мг/м³). На рабочих местах мельника извести, участка приготовления реагентов и обжига извести содержание пыли находилось в пределах 1,67—3,16 мг/м³ (ПДК 2 мг/м³). Запыленность воздуха значительно превышала ПДК на рабочих местах дробильщика конусных дробилок в дробильном отделении (2,66—10,58 мг/м³ при ПДК 4 мг/м³). На рабочих местах машинистов конвейера № 7, 8, 10, 11 содержание пыли колебалось от 2,4 до 10,06 мг/м³ (ПДК 4 мг/м³), обжигальщика извести — от 2,94 до 11,96 мг/м³ (ПДК 6 мг/м³).

Кроме того, на строительном-монтажном участке (рабочее место моториста бетоносмесителя) в 10,4 % проб их значения были выше допустимой, в РМЗ (цех нестандартного оборудования, участок металлообработки и камня) — в 50 % случаев.

При бурении и уборке горной массы в подземных рудниках в 2001—2005 гг. отмечались концентрации пыли выше ПДК в 2,35—5,25 раза. Превышение уровня запыленности в 1,4 раза отмечено на рабочих местах водителей БелАЗов по вывозке горной массы, бульдозеристов.

Анализ химического состава пыли показал наличие в ней, помимо диоксида кремния, соединений различных металлов в небольших количествах (никеля, железа, свинца, меди, цинка). Потенциальный риск развития неспецифических токсических эффектов при хронической интоксикации металлами за средний стаж работы для работников комбината оказался на уровне единицы (Аскарова Э.Ф., 2004).

Длительное воздействие пыли даже в небольших концентрациях может увеличивать риск возникновения заболеваний бронхолегочной системы. В связи с этим определению пылевой нагрузки придается большое гигиеническое значение, поскольку этот показатель рассматривается в прямой вероятностной связи с развитием профессиональной пылевой патологии. Для установления величины допустимого стажа

работы проведен расчет условных пылевых нагрузок за средний рабочий стаж (равный 25 годам) для рабочих основных профессий в соответствии с [3]. Учитывая, что содержание пыли в воздухе рабочей зоны меняется незначительно, расчет условных пылевых нагрузок для рабочих основных профессий был проведен за период 2001—2005 гг. по усредненным среднесменным концентрациям. Разные уровни запыленности на различных участках определяют и различные пылевые нагрузки. Наименьший показатель безопасного стажа работы по условиям запыленности выявлен в подземном руднике при бурении и уборке горной массы — 7,4 года (3 класс 2-й степени). Сроки безопасного стажа работы по условиям запыленности у бульдозеристов составляют 17,42 года (3.1), водителей БелАЗ — 17,2 (3.1), машинистов крана (кабина) при погрузке пиритного концентрата — 19,2 года (3.1). Допустимый стаж для обжигальщика составляет 12,6 года (3.1), машинистов конвейера дробильного отделения — 24,4, мельника извести отделения приготовления реагентов — 21,6 (3.1), для сушильщика ФСО — 18,8 года (3.1), машиниста конвейера — 19,2 (3.1), грохотовщика — 12,2 года (3.1).

В дробильном отделении для дробильщика конусных дробилок и дробильщика ККД (крупного дробления) безопасный стаж составляет соответственно 21,8 и 11,8 года (3.1).

Таким образом, пылевой фактор согласно Руководству Р 2.2.2006—05 по классу вредности и опасности укладывается в интервал 3.1—3.2, то есть существует реальный риск развития пылевой патологии.

На рудниках, широко использующих самоходную технику, воздух рабочих зон загрязняется не только пылью, но и компонентами выхлопных газов — оксидов азота, оксидами углерода, формальдегидом, акролеином, углеводородами и др. Содержание оксидов азота (в пересчете на NO_2) в воздухе рабочих зон подземного рудника превышало ПДК в 3,98 (2001)—1,6 (2005) раза. На участке отгрузки горной массы содержание оксидов азота в кабине самосвалов «Торо 35Д», «МоАЗов» находилось в пределах соответственно 7,3—11,4 мг/м³ и 8,1—17,5 мг/м³ (при ПДК 5 мг/м³). В кабинах транспортных средств обнаружены углерода оксид, азота диоксид, формальдегид в количествах, не превышающих предельно допустимые концентрации. Повышенное содержание отдельных компонентов выхлопных газов в рудничной атмосфере определяется неудовлетворительным состоянием и низкой эффективностью используемых на

машинах жидкостных и каталитических нейтрализаторов. Этому способствуют нарушения графика замены жидкости в нейтрализаторах и каталитических патронах. По уровню загазованности воздуха рабочей зоны по ОФ не отмечено превышения ПДК.

Значительное количество работающих на УГОК составляют электрогазосварщики (более 241 человека), подвергающиеся интенсивному воздействию компонентов сварочного аэрозоля, выполняющие трудовые операции по ручной и полуавтоматической видам электросварочных работ, в особенности на нестационарных рабочих местах. Проведенный анализ результатов исследований воздушной среды электросварщиков в зоне дыхания выявил превышение ПДК по марганцу по усредненным данным за 5 лет в 6,6 % случаев. Содержание марганца в сварочном аэрозоле в зоне дыхания колебалось от 0,3 до 3,23 мг/м³ (при ПДК 0,2 мг/м³).

В помещениях пробирного отделения центральной химической лаборатории (4,1 % проб), на рабочих местах медника в АТП (1,8 % проб) отмечено превышение ПДК свинца; 2,2 % проб превышали ПДК тринитротолуола в подземных рудниках. Это дополнительный источник загрязнения воздуха рабочих мест, как основного, так и вспомогательного персонала.

Несмотря на внедрение новых технологий, горнодобывающая техника является источником шума и вибрации. При этом у проходчиков при работе перфораторов, бурильщиков, машинистов погрузочно-доставочных машин (ПДМ) шумовибрационный фактор остается ведущим (таблица). На ОФ эксплуатация дробильных агрегатов и мельниц, грохотов, конвейеров и другого вспомогательного оборудования также определяла высокий уровень шума большой интенсивности. В целом уровни производственного шума превышают допустимые значения в 73,7 % случаев (2001—2005).

Высокие уровни шума на рабочих местах, превышающие предельно допустимые значения, были зарегистрированы у проходчиков при работе на ручном перфораторе ПТ-48 (на 29 дБА), машинистов буровой установки Буммер Н-128 (на 17 дБА), СОЛО Г-1008 № 2 (на 19 дБА), СОЛО-605 (на 23 дБА), Каболт (на 20 дБА), НКР-100 (на 24 дБА), Мономатик №1 (на 10 дБА). Превышения по уровню шума были отмечены на рабочих местах водителей ПДМ (на 8—12 дБА); БелАЗов (на 3—4 дБА); водителей автопоездов ТОРО-35 (на 14 дБА), МОАЗов (на 9 дБА); на рабочих местах станочников (на 2—10 дБА), кузнецов РМЗ (на 25 дБА);

Гигиеническая оценка ведущих профессионально-производственных факторов у рабочих основных профессий

Профессиональная группа	Профессионально-производственный фактор					
	Пыль	Вибрация	Шум	Микроклимат	Напряженность труда	Тяжесть труда
Проходчики	3.2	3.4	3.3	3.1	2.0	3.2
Крепильщики	3.1	2.0	3.3	3.1	2.0	3.2
Машинисты буровых станков	3.1	3.1	3.3	3.1	2.0	2.0
Машинисты ПДМ	3.1	3.1	3.3	2.0	2.0	2.0
Машинисты бульдозера	2.0	3.2	3.2	2.0	3.1	2.0
Водители БелАЗов	2—3.1	3.1—3.2	3.2	2.0	3.1	2.0
Горнорабочие очистных забоев	3.1	3.4	3.4	3.1	3.2	3.2
Машинисты экскаваторов	2—3.1	2.0—3.2	3.1	2.0	3.1	2.0

машинистов насосных установок цеха по технологическим гидросооружениям (на 7—14 дБА), компрессорных установок (на 8—12 дБА), воздуходувных машин (на 24 дБА).

На ОФ практически на всех рабочих местах зарегистрированы высокие уровни звукового давления, которые превышали ПДУ на 3—19 дБА. Влияние шума на рабочих машинистов мельницы и конвейера станции нейтрализации Уз.ПР соответствует 3 классу 2-й степени. В строительно-монтажном участке на рабочих местах станочника при работе на деревообрабатывающих станках — 3.2—3.3; на рабочем месте распиловщика — 3.2, шлифовщика-полировщика — 3.1.

Наблюдается превышение ПДУ по эквивалентному скорректированному уровню вибростороности для локальной вибрации на рабочих местах проходчика при работе на ручном перфораторе ПТ-48 (на 12 дБ), ПП-63 (на 14 дБ). Уровни общей вибрации превышают допустимые значения у машинистов бульдозера (на 3—7 дБ), водителей БелАЗов (на 3—8 дБ), на буровых установках (на 4—6 дБ), машинистов погрузчика Н-400 С (на 8—9 дБ), на рабочих местах обжигальщика извести при работе грохота (на 6 дБ). Выявлено превышение санитарных норм по уровню вибрации на рабочих местах машинистов мельницы в Уз.ПР (поверхность) (на 6—7 дБ). Уровни вибрации превышают допустимые на рабочих местах сушильщика ФСО ОФ (на 3—7 дБ), мельника извести (участок приготовления реагентов) (на 4—6 дБ), машинистов мельницы (главный корпус ОФ) (на 1—8 дБ). На пульте управления машинистов компрессорной установки уровни общей вибрации превышают допустимые на 10 дБ.

Оценка параметров микроклимата в подземных рудниках показала, что средние значения результирующей температуры воздуха составляют 14,5 °С при норме 18—27 °С, влажность воздуха 74 % при норме 15—75 %, скорость движения воздуха 0,3 м/с при норме 0,2 м/с и характеризуют условия труда как вредные первой степени (3.1).

Исследования параметров микроклимата по ОФ показали, что такие факторы, как температура воздуха (в 60 % случаев), влажность (в 100 % случаев), освещение (70 % случаев) не соответствуют гигиеническим нормам. Анализ показателей тяжести трудового процесса основных подразделений ОФ показывает, что 64 % изученных показателей соответствует допустимому 2 классу условий труда. К данной категории относятся дробильщики, флотаторы, фильтровальщики, машинисты и операторы. Вредные 1-й степени 3 класса условия труда характерны для обслуживающего персонала (слесари-ремонтники, электрогазосварщики) по всем основным подразделениям ОФ, которые заняты плановыми ремонтными работами «запасной технологической линии» производства, другими ремонтными работами технологического оборудования.

Исследование напряженности трудового процесса работников основных подразделений ОФ показало, что из 440 изученных признаков 91 % относится к допустимым условиям труда, лишь только труд операторов пультов управления был отнесен к классу 3.2.

Следует отметить, что УГОК находится на гористой территории Южного Урала, для которой характерна потенциальная радоноопасность. Известно, что разрыхление горной массы усили-

вает поступление в окружающую среду изотопов радона, в связи с этим замеры радиационного фона проводились в Узельгинском и Учалинском подземных рудниках. Результаты измерений значений мощности экспозиционной дозы на отдельных горизонтах и в помещениях служб подземных рудников находятся в диапазоне от 4 до 15 мкР/ч, что соответствует вкладу в эффективную годовую дозу от внешнего облучения, получаемую работниками этих предприятий, равному 0,05—0,18 мЗв/год.

Результаты измерений содержания радона в воздухе производственных помещений показали, что объемная активность радона по Узельгинскому руднику составляет в среднем около 93 Бк/м³, по Учалинскому — около 45 Бк/м³. По этим данным получена оценка доз облучения работников УГОК за счет изотопов радона и их короткоживущих дочерних продуктов в воздухе. При расчете доз значение коэффициента равновесия для оценки эффективной объемной равновесной активности радона принято равным 0,4 [1, 2]. Среднегодовые значения эффективных доз облучения работников предприятий за счет изотопов радона и их короткоживущих дочерних продуктов в воздухе производственных помещений УГОК составили в Уз.ПР около 0,67 мЗв/год, в Учалинском — около 0,32 мЗв/год. Значения годовых индивидуальных эффективных доз были использованы для оценки индивидуального риска возникновения стохастических эффектов, который у работающих за счет изотопов радона и их короткоживущих дочерних продуктов в воздухе производственных зданий Узельгинского и Учалинского подземных рудников в среднем составляет около $3,8 \cdot 10^{-5}$ и $1,8 \cdot 10^{-5}$ сл/чел.·Зв.

Таким образом, условия труда на УГОК характеризуются воздействием на организм работающих комплекса вредных факторов, включающих запыленность воздуха аэрозолями сложного химического состава, в сочетании с повышенными уровнями шума, вибрации, неблагоприятными микроклиматическими условиями, физическое перенапряжение, малые дозы ионизирующей радиации.

В ы в о д. Интегральная оценка условий труда рабочих горно-обогатительного, предприятия, проведенная в соответствии с Руководством Р 2.2.2006—05 по совокупности действующих неблагоприятных факторов производственной среды, соответствует классам 3.1—3.4 (для проходчиков 4.0).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. СП 2.6.1. 758—99. — М., 1999.
2. Оценка индивидуальных эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения: Методические указания. — М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002.
3. Руководство Р 2.2.2006—05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». — М., 2005.
4. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562—96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и территории жилой застройки».
5. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566—96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

Поступила 04.09.07

УДК 616.24-002.153:669.71(1-924.16)

С.А. Сюрин, А.Н. Никанов, И.И. Рочева

БРОНХОЛЕГОЧНАЯ ПАТОЛОГИЯ У РАБОЧИХ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ КОЛЬСКОГО ЗАПОЛЯРЬЯ

Научно-исследовательская лаборатория ФГУН Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья Роспотребнадзора, г. Кировск

Установлено, что в структуре бронхолегочных заболеваний у работников электролизных и вспомогательных цехов алюминиевого производства ведущее место принадлежит хроническому бронхиту (ХБ) (14,1—18,5 % работников). Развитие хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) и бронхиальной астмы (БА) происходит у 1,6—2,4 % рабочих, нуждающихся в