



## ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПАТОЛОГИЯ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ И ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧЕ АПАТИТОВЫХ РУД В КОЛЬСКОМ ЗАПОЛЯРЬЕ

С.А. Сюрин, С.А. Горбанев

Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья, Россия, 191036, Санкт-Петербург, 2-я Советская ул., 4

Несмотря на совершенствование технологий добычи руды, большинство горняков апатитовых рудников в Кольском Заполярье входят в группу повышенного риска развития профессиональных заболеваний (ПЗ). Цель исследования заключалась в изучении особенностей формирования ПЗ у горняков, осуществляющих добычу апатитовой руды подземным и открытым способами. Изучены данные социально-гигиенического мониторинга по разделу «Условия труда и профессиональная заболеваемость» населения Мурманской области с 2007 по 2017 г. (470 больных ПЗ и 749 случаев ПЗ). Установлено, что при подземном способе добычи руды ПЗ (прежде всего болезни костно-мышечной системы) возникают в более раннем возрасте и при меньшей продолжительности стажа вследствие повышенной тяжести труда (59,6 %). При открытой добыче руды основными этиологическими факторами являются тяжесть труда и общая вибрация, а в структуре ПЗ характерны высокие доли болезней костно-мышечной системы (32,7 %) и вибрационной болезни (31,8 %). Число ПЗ у одного подземного горняка было выше, чем у одного работника открытого рудника ( $1,68 \pm 0,07$  и  $1,49 \pm 0,5$  соответственно,  $p < 0,02$ ). У горняков подземных рудников отмечается повышенный риск развития деформирующего артроза (ОР = 6,88; 95%-ный ДИ 3,21–14,74;  $\chi^2 = 35,7$ ;  $p < 0,001$ ) и миофиброза предплечий (ОР = 8,11; 95%-ный ДИ 1,92–34,1;  $\chi^2 = 11,8$ ;  $p = 0,0005$ ), а у горняков открытых рудников – вибрационной болезни (ОР = 1,40; 95%-ный ДИ 1,08–1,80;  $\chi^2 = 6,69$ ;  $p = 0,009$ ) и радикулопатии (ОР = 1,47; 95%-ный ДИ 1,12–1,93;  $\chi^2 = 7,61$ ;  $p = 0,006$ ). В обеих группах работников неудовлетворительные условия труда определяются преимущественно несовершенством технологических процессов и рабочих мест. Сделан вывод о необходимости строить профилактику профессиональной патологии у горняков апатитовых рудников в Арктике с учетом особенностей влияния вредных производственных воздействий и сопутствующего холодового фактора.

**Ключевые слова:** апатитовая руда, подземная и открытая добыча, горняки, профессиональная патология, Арктика, профессиональные заболевания, болезни костно-мышечной системы, вибрационная болезнь.

Хибинские месторождения апатит-нефелиновых руд, расположенные на Кольском полуострове, относятся к числу крупнейших в мире с разведанными запасами свыше 4 млрд тонн [1]. Добыча сырья подземным и открытым способами проводится с 30-х гг. XX в., составляя в настоящее время 26–28 млн тонн руды в год. Общая численность работников, непосредственно связанных с добычей руды в суровых климатических условиях Заполярья, составляет в последние годы в среднем 4–5 тысяч человек [2]. Несмотря на постоянное совершенствование технологий, применяемых на предприятиях горно-химической промышленности, большинство горняков апатит-нефелиновых рудников в Кольском Заполярье имеют вредные условия труда<sup>1</sup> [3]. Повышенный риск возникновения общих и профессиональных заболеваний (ПЗ) создают общая и локальная вибрация, тяжесть труда, шум, охлаждаю-

щий микроклимат рабочих мест, пылегазовые смеси, работа в вынужденных и неудобных позах, а также некоторые другие факторы рабочей среды и трудового процесса [4–7]. Известно также, что влияние на здоровье работников вредных производственных факторов изменяется и потенцируется сопутствующими природно-климатическими условиями районов Крайнего Севера [8–10]. Представленные данные объясняют важность выявления особенностей формирования нарушений здоровья и их профилактики у горняков при воздействии различных по спектру и степени выраженности вредных производственных факторов.

Цель исследования заключалась в изучении особенностей формирования ПЗ у горняков, осуществляющих добычу апатит-нефелиновой руды подземным и открытым способами в Кольском Заполярье.

© Сюрин С.А., Горбанев С.А., 2019

**Сюрин Сергей Алексеевич** – доктор медицинских наук, главный научный сотрудник (e-mail: kola.reslab@mail.ru; тел.: 8 (812) 7179783; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0275-0553>).

**Горбанев Сергей Анатольевич** – доктор медицинских наук, директор (e-mail: s-znc@mail.ru; тел.: 8 (812) 7179783; ORCID: <http://orcid.org/0000-00025840-4185>).

<sup>1</sup> Профилактика заболеваний, связанных с условиями труда, у работников горно-химической промышленности Крайнего Севера: информационно-методическое письмо. – Апатиты, 2012. – 22 с.

**Материалы и методы.** Изучены данные шаблонов социально-гигиенического мониторинга по разделу «Условия труда и профессиональная заболеваемость» населения Мурманской области с 2007 по 2017 г. (предоставлены Федеральным центром гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора).

Результаты исследований обработаны с применением программного обеспечения Microsoft Excel 2010 и IBM SPSS Statistics v.22. Определялись *t*-критерий Стьюдента для независимых выборок, критерий согласия  $\chi^2$ , относительный риск (ОР) и 95%-ный доверительный интервал (95%-ный ДИ). Числовые данные представлены в виде среднего арифметического и стандартной ошибки ( $M \pm m$ ). Критический уровень значимости нулевой гипотезы принимался равным 0,05.

**Результаты и их обсуждение.** Изучены данные 470 горняков подземных ( $n = 256$ ) и открытых ( $n = 214$ ) апатит-нефелиновых рудников, у которых в 2007–2017 гг. были диагностированы 749 случаев профессиональной патологии.

Почти все (98,9 %) горняки были мужчинами. Их средний возраст на момент установления ПЗ составил  $52,6 \pm 0,3$  г., а трудовой стаж в горнодобывающей отрасли –  $26,0 \pm 0,3$  г. Возраст и продолжительность стажа горняков открытых рудников были выше ( $p < 0,001$ ), чем у занятых подземной добычей руды (табл. 1).

Таблица 1

Общая и производственная характеристика горняков подземных и открытых апатитовых рудников, имеющих профессиональные заболевания

Показатель	Рудники		Всего
	подземные	открытые	
Пол, абс. (%):	254 (100)	211 (100)	465 (100)
мужчины	(99,2)	(98,6)	(98,9)
женщины	2 (0,8)	3 (1,4)	5 (1,1)
Возраст, лет	$51,6 \pm 0,5$	$53,8 \pm 0,4^*$	$52,6 \pm 0,3$
Стаж, лет	$24,9 \pm 0,5$	$27,4 \pm 0,5^*$	$26,0 \pm 0,3$

Примечание: \* – статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ) между горняками подземных и открытых рудников.

В связи со значительными различиями в технологиях подземной и открытой добычи руды [2, 11] профессии обследованных горняков оказались несовместимыми. Среди работников подземных рудников ПЗ были диагностированы у 48 (18,8 %) взрывников, 39 (15,2 %) проходчиков, 29 (11,5 %) машинистов буровой установки, 28 (10,9 %) машинистов погрузочно-доставочной машины (ПДМ), 17 (6,6 %) подземных горнорабочих, 15 (5,9 %) крепильщиков. Значительно реже профессиональная патология развивалась у работников подземных рудников других профессий.

Среди горняков, осуществлявших открытую добычу руды, ПЗ были выявлены у 104 (48,6 %) водителей карьерных самосвалов, 43 (20,1 %) машинистов экскаватора, 26 (12,1 %) машинистов буровой уста-

новки, 21 (9,8 %) машиниста бульдозера. В единичных случаях ПЗ формировались у работников других специальностей.

За анализируемый период времени ежегодное число горняков с впервые выявленной профессиональной патологией подвергалось существенным изменениям как в сторону увеличения, так и уменьшения. В ряде случаев отмечалась противоположная динамика в двух сравниваемых группах работников. У горняков подземных рудников, по сравнению с работниками открытых рудников, отмечался повышенный риск развития ПЗ в 2007 г. ( $OP = 2,68$ ; 95%-ный ДИ 1,08–6,66;  $\chi^2 = 4,13$ ;  $p = 0,042$ ), 2008 г. ( $OP = 2,31$ ; 95%-ный ДИ 1,04–5,15;  $\chi^2 = 4,44$ ;  $p = 0,035$ ) и в 2012 г. ( $OP = 2,41$ ; 95%-ный ДИ 1,18–4,91;  $\chi^2 = 5,17$ ;  $p = 0,023$ ). Только в 2015 г. риск возникновения ПЗ был выше у работников открытых рудников ( $OP = 1,64$ ; 95%-ный ДИ 1,00–2,69;  $\chi^2 = 5,18$ ;  $p = 0,023$ ). В течение 11 лет наблюдения наиболее высокие показатели профессиональной заболеваемости отмечались в 2011, 2014 и 2015 г. В целом с 2007 по 2015 г. можно говорить о тенденции к росту числа горняков с впервые выявленными ПЗ, а в 2016–2017 гг. – о тенденции к снижению их количества (рисунок).



Рис. Ежегодное число впервые выявленных горняков с профессиональной патологией

Число случаев ПЗ у горняков подземных рудников было выше, чем у работников, осуществлявших добычу руды открытым способом ( $p < 0,02$ ). Структура профессиональной патологии обеих групп горняков отличалась незначительно. Первые три места занимали: болезни костно-мышечной системы; травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин; болезни нервной системы соответственно. Доля патологии костно-мышечной системы в структуре ПЗ у горняков подземных рудников превышала аналогичный показатель у работающих в открытых рудниках ( $p < 0,001$ ). Среди трех наиболее распространенных нозологических единиц ПЗ у горняков подземных рудников были вибрационная болезнь, радикулопатия и деформирующий остеоартроз, а среди горняков открытых рудников – вибрационная болезнь, радикулопатия и моно-, полинейропатия.

У горняков подземных рудников отмечался повышенный риск развития деформирующего ос-

теоартроза ( $OP = 6,88$ ; 95%-ный ДИ 3,21–14,7;  $\chi^2 = 35,7$ ;  $p < 0,001$ ) и миофиброза предплечий ( $OP = 8,11$ ; 95%-ный ДИ 1,92–34,1;  $\chi^2 = 11,8$ ;  $p = 0,0005$ ), а у горняков открытых рудников – повышенный риск формирования вибрационной болезни ( $OP = 1,40$ ; 95%-ный ДИ 1,08–1,80;  $\chi^2 = 6,69$ ;  $p = 0,009$ ) и радикулопатии ( $OP = 1,47$ ; 95%-ный ДИ 1,12–1,93;  $\chi^2 = 7,61$ ;  $p = 0,006$ ).

При добыче руды подземным способом имели место шесть случаев острых ПЗ, связанных с интоксикацией окисью и двуокисью углерода, а также другими токсичными веществами. Подобных случаев в открытых рудниках зафиксировано не было. У горняков подземных рудников ПЗ чаще выявлялись по результатам периодических медицинских осмотров ( $p < 0,001$ ), чем у лиц, занятых на работах в открытых рудниках (табл. 2).

Классы вредности условий труда у горняков двух способов добычи апатитовой руды существенно отличались. В открытых рудниках чаще наблюдались класс 3.1 и класс 3.2 ( $p < 0,001$ ), реже – класс 3.3 ( $p < 0,001$ ) и совсем отсутствовали условия труда, соответствующие классам 3.4 и классу 4. При закрытом способе добычи руды факторами риска развития профессиональной патологии чаще были токсические вещества I–IV классов опасности ( $p < 0,01$ ), локальная вибрация ( $p < 0,001$ ), тяжесть труда класса 3.1 и более ( $p < 0,001$ ), а при открытом способе добычи – общая вибрация ( $p < 0,001$ ).

В обеих группах горняков технологические обстоятельства, связанные с развитием ПЗ, были схожими. Среди них наиболее значимыми были несо-

вершенство технологических процессов, несовершенство рабочих мест, конструктивные недостатки машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов (табл. 3).

Данные проведенного исследования показывают, что происходящее техническое совершенствование процессов добычи апатитовой руды в Кольском Заполярье не привело к существенному улучшению условий труда горняков, которые у 2/3 работников соответствуют критериям класса вредности 3.2. Как и ранее, горняки апатитовых рудников входят в группу работников с повышенным риском возникновения профессиональной патологии [11–13]. Установлено, что наиболее значимыми вредными производственными факторами, ведущими к развитию ПЗ, являются тяжесть трудовых процессов, общая и локальная вибрация, шум. Негативное влияние на здоровье работников факторы риска оказывают вследствие несовершенства технологических процессов, несовершенства рабочих мест, конструктивных недостатков машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов.

В структуре профессиональной патологии горняков апатитовых рудников, как и прежде, основная доля принадлежит болезням костно-мышечной системы [7, 14, 15]. Среди болезней этого класса наиболее распространенными нозологическими формами являются радикулопатия, деформирующий остеоартроз и миофиброз предплечий. Также к числу наиболее распространенных заболеваний относятся вибрационная болезнь и нейросенсорная тугоухость, что соответствует спектру вредных производственных факторов.

Таблица 2

Характеристика профессиональной патологии у горняков апатитовых рудников в Арктике

Показатель	Рудники		Всего
	подземные	открытые	
Число болезней	431	318	749
Число болезней у одного работника	1,68 ± 0,07	1,49 ± 0,05*	1,59 ± 0,03
<i>Классы профессиональных заболеваний, абс. (%)</i>			
Костно-мышечная система	207 (48,0)	104 (32,7) *	311 (41,5)
Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин	97 (27,0)	101 (31,8)	198 (26,4)
Нервная система	66 (15,3)	58 (18,2)	124 (16,6)
Ухо и сосцевидный отросток	54 (12,5)	48 (15,1)	102 (13,6)
Органы дыхания	7 (1,6)	5 (1,6)	12 (1,6)
<i>Наиболее распространенные заболевания, абс. (%)</i>			
Вибрационная болезнь	90 (20,9)	101 (31,8) *	191 (25,5)
Радикулопатия	77 (17,9)	91 (28,6) *	168 (22,4)
Моно-, полинейропатия	64 (14,8)	56 (17,6)	120 (16,0)
Нейросенсорная тугоухость (шумовые эффекты внутреннего уха)	54 (12,5)	48 (15,1)	102 (13,6)
Деформирующий остеоартроз	75 (17,4)	7 (2,2) *	82 (10,9)
Миофиброз	23 (5,3)	2 (0,6)	25 (3,3)
Хронический бронхит	6 (1,4)	3 (0,9)	9 (1,2)
<i>Характер заболевания, абс. (%)</i>			
Острый	6 (1,4)	–	6 (0,8)
Хронический	425 (98,6)	318 (100,0)	743 (99,2)
<i>Выявление профессиональных заболеваний, абс. (%)</i>			
Медицинский осмотр	301 (69,8)	179 (56,3) *	922 (63,0)
Обращение пациента за помощью	130 (30,2)	139 (43,7) *	541 (37,0)

Примечание: \* – статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ) между горняками подземных и открытых рудников.

Таблица 3

Характеристика факторов развития профессиональной патологии у горняков апатитовых рудников в Арктике

Показатель	Рудники		Всего
	подземные	открытые	
Класс условий труда, абс. (%)			
2	3 (1,2)	2 (0,9)	5 (1,1)
3.1	30 (11,7)	52 (24,3) *	82 (17,4)
3.2	150 (58,6)	157 (73,4) *	307 (65,3)
3.3	40 (15,6)	3 (1,4) *	43 (9,1)
3.4	28 (10,9)	0*	28 (6,0)
4	5 (1,9)	0	5 (1,2 %)
Фактор развития профессиональных болезней, абс. (%)			
Тяжесть труда (класс 3.1 и более)	257 (59,6)	148 (46,5) *	394 (52,6)
Вибрация общая	57 (13,2)	109 (34,3) *	166 (22,2)
Шум	54 (12,5)	48 (15,1)	102 (13,6)
Вибрация локальная	48 (11,1)	8 (2,5) *	56 (7,5)
Вещества I–IV классов опасности	14 (3,2)	2 (0,6) *	16 (2,1)
Аэрозоли фиброгенного действия	1 (0,2)	3 (0,9)	4 (0,5)
Обстоятельства развития профессиональных заболеваний, абс. (%)			
Несовершенство технологических процессов	255 (59,2)	193 (60,7)	448 (59,8)
Несовершенство рабочих мест	117 (27,1)	86 (27,0)	203 (27,1)
Конструктивные недостатки машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов	52 (12,1)	38 (11,9)	90 (12,0)
Отступление от технологического регламента	5 (1,2)	–	5 (0,7)
Несовершенство санитарно-технических установок	2 (0,5)	1 (0,3)	3 (0,2)
Нарушение правил техники безопасности	2 (0,5)	–	2 (0,3)

Примечание: \* – статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ) между горняками подземных и открытых рудников.

Условия труда при подземной добыче апатитовой руды менее благоприятны, чем при работе в открытых рудниках. Это может служить объяснением развития ПЗ в более раннем возрасте ( $51,6 \pm 0,5$  и  $53,8 \pm 0,5$  г.,  $p < 0,001$ ) и при менее продолжительном трудовом стаже ( $24,9 \pm 0,5$  и  $27,4 \pm 0,5$  г.,  $p < 0,001$ ). У горняков подземных рудников тяжесть труда и локальная вибрация приводят к высокой распространенности болезней костно-мышечной системы, тогда как у работников открытых рудников чаще формируется вибрационная болезнь. Следует также отметить, что случаи острых ПЗ наблюдались только у работников подземных рудников.

Так как исследование проводилось в арктической зоне страны, можно было предполагать этиологическую значимость неблагоприятного (охлаждающего) микроклимата рабочих мест [9, 16]. Известно, что охлаждение, как общее, так и локальное, приводит к снижению физической и умственной работоспособности, нарушению координации движений, повышению риска развития нарушений здоровья и производственных травм [17, 18]. Однако ни в одном случае установление ПЗ не было связано с действием этого фактора. Вероятно, неполная оценка степени влияния холода на организм горняков обусловлена методологическими дефектами при проведении контрольно-надзорных мероприятий. Вызывают вопрос большие различия (как в сторону увеличения, так и снижения) количества ежегодно выявляемых ПЗ у горняков подземных и открытых

апатитовых рудников. Несоответствие причинно-следственных связей между условиями труда и состоянием здоровья работников заставляет предполагать действие других факторов: низкое качество медицинских осмотров, административное регулирование числа ПЗ и другие [19, 20].

**Выводы.** Профилактику профессиональной патологии у горняков апатитовых рудников в Арктике необходимо строить с учетом особенностей действия вредных производственных факторов. Для горняков подземных рудников особенно важно снижение тяжести трудовых процессов, а для горняков открытых рудников – тяжести трудовых процессов и общей вибрации. Технические меры профилактики нарушений здоровья должны быть направлены, главным образом, на совершенствование технологических процессов и рабочих мест, ликвидацию конструктивных недостатков машин и другого оборудования, с которыми связано развитие более 85 % случаев профессиональной патологии у горняков апатитовых рудников в Кольском Заполярье. Необходимо также совершенствование методов оценки влияния на здоровье горняков охлаждающего микроклимата рабочих мест, способного усиливать и изменять действие вредных производственных факторов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Список литературы

1. Геологическая энциклопедия. Хибинские месторождения [Электронный ресурс] // Академик. – URL: [https://www.dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_geolog/5395](https://www.dic.academic.ru/dic.nsf/enc_geolog/5395) (дата обращения: 02.12.18).
2. Интегрированный отчет 2017. Рост. Эффективность. Стоимость [Электронный ресурс] // Фосагро. – URL: <https://www.phosagro.ru> (дата обращения: 02.12.18).
3. Скрипаль Б.А. Профессиональная заболеваемость, ее особенности на предприятиях горно-химического комплекса Кольского Заполярья // Экология человека. – 2008. – № 10. – С. 26–30.
4. Карначев И.П., Головин К.А., Панарин В.М. Вредные производственные факторы в технологии добычи и переработки апатит-нефелиновых руд Кольского Заполярья // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2012. – Вып. 1. – Ч. 2. – С. 95–100.
5. Горбанев С.А., Сюрин С.А. Влияние условий и продолжительности труда на здоровье горняков Северных рудников // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 5. – С. 44–49.
6. Hand-arm vibration syndrome in apatite miners in Northwest Russia / A. Øvrum, M. Skandfer, A. Nikanov, S. Syurin, T. Khokhlov // The 4<sup>th</sup> International Conference on Whole-body Vibration Injuries. – Montreal, Canada, 2009. – P. 105–106.
7. Musculoskeletal symptoms and exposure to whole-body vibration among open-pit mine workers in the Arctic / L. Burström, A. Aminoff, B. Björ, S. Mänttari, T. Nilsson, H. Pettersson [et al.] // International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health. – 2017. – Vol. 30, № 4. – P. 553–564.
8. Чашин В.П., Деденко И.И. Труд и здоровье человека на Севере. – Мурманск: Книжное издательство, 1990. – 140 с.
9. Хаснулин В.И., Хаснулин П.В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. – 2012. – № 1. – С. 4–11.
10. Burström L., Nilsson T., Walström J. Combined exposure to vibration and cold // Barents Newsletters on Occupational Health and Safety. – 2015. – Vol. 18, № 1. – P. 17–18.
11. MineHealth 2012–2014: Guidebook on cold, vibration, airborne exposures and socioeconomic influences in open pit mining [Электронный ресурс] / A. Paloste, A. Rönkkö ed. – URL: <http://minehealth.eu/final-report/> (дата обращения: 16.12.2016).
12. Распространенность хронической патологии на предприятиях горно-химического комплекса Кольского Заполярья / В.Н. Купцов, Б.А. Скрипаль, Т.И. Ефимова, А.Н. Кудряшов // Экология и охрана здоровья рабочих промышленных предприятий в Баренц-регионе: материалы симпозиума с международным участием. – Кировск, 2008. – С. 8–10.
13. Сюрин С.А., Чашин В.П., Шилов В.В. Профессиональные риски здоровью при добыче и переработке апатит-нефелиновых руд в Кольском Заполярье // Экология человека. – 2015. – № 8. – С. 10–15.
14. Сюрин С.А., Буракова О.А. Особенности общей и профессиональной патологии горняков апатитовых рудников Крайнего Севера // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – № 3. – С. 15–19.
15. Скрипаль Б.А. Состояние здоровья и заболеваемость рабочих подземных рудников горно-химического комплекса Арктической зоны Российской Федерации // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 6. – С. 23–26.
16. Work in Arctic open-pit mines: Thermal responses and cold protection / H. Rintamäki, K. Jussila, S. Rissanen, J. Oksa, S. Mänttari // Barents Newsletters on Occupational Health and Safety. – 2015. – Vol. 18, № 1. – P. 6–8.
17. Anttonen H., Pekkarinen A., Niskanen J. Safety at work in cold environments and prevention of cold stress // Industrial Health. – 2009. – Vol. 47, № 3. – P. 254–261.
18. Kue T., Mäkinen T. The health of Arctic populations: Does cold matter? // American Journal of Human Biology. – 2010. – № 22. – P. 129–133.
19. Периодические медицинские осмотры и профессиональный отбор в промышленной медицине / С.А. Бабанов, Д.С. Будащ, А.Г. Байкова, Р.А. Бараева // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 5. – С. 48–53.
20. Хоружая О.Г., Горблянский Ю.Ю., Пиктушанская Т.Е. Критерии оценки качества медицинских осмотров работников // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 11. – С. 33–37.

*Сюрин С.А., Горбанев С.А. Профессиональная патология при подземной и открытой добыче апатитовых руд в Кольском Заполярье // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 2. – С. 101–107. DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.11*



## OCCUPATIONAL PATHOLOGY IN WORKERS EMPLOYED AT DEEP AND SURFACE MINING OF APATITE ORES IN THE KOLA ZAPOLYARYE

S.A. Syurin, S.A. Gorbanev

North-west Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaya Str., Saint Petersburg, 191036, Russian Federation

Ore mining technologies are constantly developed and improved; nonetheless, most miners employed at apatite mines in Zapolyarny regions of the Kola Peninsula run higher risks of occupational diseases (OD). The research goal was to explore peculiarities related to OD occurrence in miners employed at deep and surface apatite mines. We examined data collected within social-hygienic monitoring activities in 2007–2017, the section "Working conditions and occupational morbidity"; the data were collected for the overall Murmansk region population, there were 470 patients with OD and 749 OD cases revealed in the region over the selected time period. We detected that in case of deep mining OD (first of all, in the musculoskeletal system) occurred at a younger age and after a shorter working period due to increased labor hardness (59.6 %). As regards surface mining, labor hardness and overall vibration were the basic etiologic factors there, and OD structure was characterized with considerable fractions of diseases in the musculoskeletal system (32.7 %) and vibration disease (hand-arm vibration syndrome, 31.8 %). OD number in one worker employed at deep mines was higher than in one worker employed at surface mining ( $1.68 \pm 0.07$  and  $1.49 \pm 0.5$ ,  $p < 0.02$ ). Workers employed at deep mines run higher risks of deforming arthrosis ( $RR=6.88$ ; 95 % CI 3.21–14.74;  $\chi^2=35.7$ ;  $p < 0.001$ ) and forearms myofibrosis ( $RR=8.11$ ; 95 % CI 1.92–34.1;  $\chi^2=11.8$ ;  $p=0.0005$ ); workers employed at surface mining run higher risks of vibration disease ( $RR=1.40$ ; 95 % CI 1.08–1.80;  $\chi^2=6.69$ ;  $p=0.009$ ) and radiculopathy ( $RR=1.47$ ; 95 % CI 1.12–1.93;  $\chi^2=7.61$ ;  $p=0.006$ ). Both occupational groups have to face unfavorable working conditions mostly due to technological processes and workplaces being out-of-date. We came to a conclusion that it was necessary to create programs aimed at prevention of occupational diseases in workers employed at apatite mines in the Arctic taking into account peculiarities related to hazardous occupational impacts and accompanying adverse factors associated with the chilling environment.

**Key words:** apatite ores, deep and surface mining, miners, occupational pathology, the Arctic, occupational diseases, musculoskeletal system diseases, vibration disease.

### References

1. Geologicheskaya entsiklopediya. Khibinskie mestorozhdeniya [Geological encyclopedia. Khibiny deposits]. Available at: [https://www.dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_geolog/5395](https://www.dic.academic.ru/dic.nsf/enc_geolog/5395) (02.12.2018) (in Russian).
2. Integrated report 2017. Growth. Efficiency. Value. *Phosagro*. Available at: <https://www.phosagro.ru> (02.12.2018) (in Russian).
3. Skripal' B.A. Occupational morbidity, its features on enterprises of mining and chemical complex in Kola Polar region. *Ekologiya cheloveka*, 2008, no. 10, pp. 26–30 (in Russian).
4. Karnachev I.P., Golovin K.A., Panarin V.M. The industrial occupational safety level on the basis of occurrence rate of industrial injuries at the Murmansk region mining enterprises. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye nauki*, 2012, vol. 1, no. 2, pp. 95–100 (in Russian).
5. Gorbanev S.A., Syurin S.A. Influence of working conditions and duration of work on health of northern miners. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2018, no. 5, pp. 44–49 (in Russian).
6. Øvrum A., Skandfer M., Nikanov A., Syurin S., Khokhlov T. Hand-arm vibration syndrome in apatite miners in Northwest Russia. *The 4<sup>th</sup> International Conference on Whole-body Vibration Injuries*. Montreal, Canada, 2009, pp. 105–106.
7. Burström L., Aminoff A., Björ B., Mänttari S., Nilsson T., Pettersson H. [et al.]. Musculoskeletal symptoms and exposure to whole-body vibration among open-pit mine workers in the Arctic. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 2017, vol. 30, no. 4, pp. 553–564.
8. Chashchin V.P., Dedenko I.I. *Trud izdorov'e cheloveka na Severe* [Labor and human health in the North]. Murmansk, Knizhnoe izdatel'stvo Publ., 1990, 140 p. (in Russian).
9. Khasnulin V.I., Khasnulin P.V. Modern concepts of the mechanisms forming northern stress in humans in high latitudes. *Ekologiya cheloveka*, 2012, no. 1, pp. 4–11 (in Russian).

© Syurin S.A., Gorbanev S.A., 2019

**Sergey A. Syurin** – Doctor of Medical Sciences, Chief researcher (e-mail: [kola.reslab@mail.ru](mailto:kola.reslab@mail.ru); tel.: +7(812)-7179783; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0275-0553>).

**Sergey A. Gorbanyov** – Doctor of Medical Sciences, Director (e-mail: [s-znc@mail.ru](mailto:s-znc@mail.ru); tel.: +7(812)-7179783; ORCID: <http://orcid.org/0000-00025840-4185>).

10. Burström L., Nilsson T., Walström J. Combined exposure to vibration and cold. *Barents Newsletters on Occupational Health and Safety*, 2015, vol. 18, no. 1, pp. 17–18.
11. MineHealth 2012–2014: Guidebook on cold, vibration, airborne exposures and socioeconomic influences in open pit mining. In: A. Paloste, A. Rönkkö eds. Available at: <http://minehealth.eu/final-report/> (16.12.2016).
12. Kuptsov V.N., Skripal' B.A., Efimova T.I., Kudryashov A.N. Rasprostranennost' khronicheskoi patologii na predpriyatiyakh gorno-khimicheskogo kompleksa Kol'skogo Zapolyar'ya [Prevalence of the chronic pathology on the mining-and-chemical industry of Kola Arctic Circle]. *Ekologiya i okhrana zdorov'ya rabochikh promyshlennykh predpriyatii v Barents-regione: materialy simpoziuma s mezhdunarodnym uchastiem*. Kirovsk, 2008, pp. 8–10 (in Russian).
13. Syurin S.A., Chashchin V.P., Shilov V.V. Occupational health hazards arising during mining and processing of apatite ores in Kola high north. *Ekologiya cheloveka*, 2015, no. 8, pp. 10–15 (in Russian).
14. Syurin S.A., Burakova O.A. Features of general and occupational pathology in miners of apatite mines in Far North Kola Research Laboratory for Occupational Health. *Medsitsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2012, no. 3, pp. 15–19 (in Russian).
15. Skripal' B.A. Health state and morbidity of underground mines in mining chemical enterprise in Arctic area of Russian Federation. *Medsitsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2016, no. 6, pp. 23–26 (in Russian).
16. Rintamäki H., Jussila K., Rissanen S., Oksa J., Mänttari S. Work in Arctic open-pit mines: Thermal responses and cold protection. *Barents Newsletters on Occupational Health and Safety*, 2015, vol. 18, no. 1, pp. 6–8.
17. Anttonen H., Pekkarinen A., Niskanen J. Safety at work in cold environments and prevention of cold stress. *Industrial Health*, 2009, vol. 47, no. 3, pp. 254–261.
18. Kue T., Mäkinen T. The health of Arctic populations: Does cold matter? *American Journal of Human Biology*, 2010, no. 22, pp. 129–133.
19. Babanov S.A., Budash D.S., Baikova A.G., Baraeva R.A. Periodic medical examinations and occupational selection in industrial medicine. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2014, no. 8, pp. 18–21 (in Russian).
20. Khoruzhaya O.G., Gorblyanskii Yu.Yu., Piktushanskaya T.E. Indicators and criteria of the assessment of quality of medical examinations of workers. *Medsitsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2015, no. 2, pp. 21–26 (in Russian).

Syurin S.A., Gorbanyov S.A. Occupational pathology in workers employed at deep and surface mining of apatite ores in the Kola Zapolyarye. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 2, pp. 101–107. DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.11.eng

Получена: 21.12.2018

Принята: 25.05.2019

Опубликована: 30.06.2019