

УДК 613.6+[666.198:54-138]

## ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РИСК ЗДОРОВЬЮ РАБОТНИКОВ, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ВОЗДЕЙСТВИЮ АЭРОЗОЛЕЙ ИСКУССТВЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН

Гутич Е.А.<sup>1</sup>, Косяченко Г.Е.<sup>1</sup>, Сычик Л.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены»,  
Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный медицинский университет»,  
Минск, Республика Беларусь

*На основе анализа материалов комплексной гигиенической оценки условий труда, данных лабораторного контроля факторов производственной среды, аттестации рабочих мест по условиям труда, изучения состояния здоровья работников, подвергающихся воздействию искусственных минеральных волокон, определены факторы производственной среды, значимые для формирования уровней профессионального риска.*

*Оценка структуры и уровней заболеваемости с временной утратой трудоспособности (далее – ВУТ), а также расчет индекса профессионального риска здоровью позволили определить степень профессиональной обусловленности выявленной патологии и необходимость принятия профилактических мер на производстве.*

**Ключевые слова:** производство минеральной ваты, искусственные минеральные волокна, промышленные аэрозоли, условия труда, заболеваемость, профессиональный риск, профессионально обусловленные заболевания, динамика заболеваемости, комплексная гигиеническая оценка условий труда.

**Для цитирования:** Гутич Е.А., Косяченко Г.Е., Сычик Л.М. Профессиональный риск здоровью работников, подвергающихся воздействию аэрозолей искусственных минеральных волокон. Медицина труда и экология человека. 2020: 1:73-80

**Для корреспонденции:** Гутич Екатерина Андреевна – заведующий лабораторией гигиены труда республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены», e-mail: [ekhutsich@gmail.com](mailto:ekhutsich@gmail.com).

**Финансирование.** Исследование выполнено в рамках отраслевой научно-технической программы «Здоровье и среда обитания», финансируемой Министерством здравоохранения Республики Беларусь и республиканским унитарным предприятием «Научно-практический центр гигиены».

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

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10107>

## PROFESSIONAL RISK TO HEALTH OF EMPLOYEES EXPOSED TO AEROSOLS OF MAN-MADE MINERAL FIBERS

Kosiachenko G.E.<sup>1</sup>, Hutsich E.A.<sup>1</sup>, Sychik L.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Republican unitary enterprise «Scientific Practical Center of Hygiene», Minsk, Republic of  
Belarus

<sup>2</sup>Belarusian State Medical University,  
Minsk, Republic of Belarus

*Based on the analysis of materials of a comprehensive hygienic assessment of working conditions, data from laboratory monitoring of factors of occupational health hazards, certification of workplaces, studying the health status of workers exposed to man-made mineral fibers, the working environment factors that are important for the formation of occupational risk levels are determined.*

*Assessment of the structure and levels of morbidity with temporary disability and calculation of the occupational health risk index made it possible to determine the degree of occupational conditioning of the identified pathology and the need for preventive measures at work.*

**Keywords:** *mineral wool production, man-made mineral fibers, industrial aerosols, working conditions, morbidity, occupational risk, occupationally related diseases, rate of morbidity change, comprehensive hygienic assessment of working conditions*

**Citation:** *Kosyachenko G.E., Gutich E.A., Sychik L.M. Occupational health risk of workers exposed to aerosols of artificial mineral fibers. Occupational health and human ecology. 2020: 73-80*

**Correspondence:** *Ekaterina A. Gutich - Head of the Laboratory of Occupational Health of the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center for Hygiene", e-mail: ekhutsich@gmail.com.*

**Financing.** *The study was carried out within the framework of the sectoral scientific and technical program "Health and Habitat", financed by the Ministry of Health of the Republic of Belarus and the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center for Hygiene".*

**Conflict of interest.** *The authors declare no conflicts of interest*

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10107>

Промышленные аэрозоли традиционно занимают ведущее место в числе неблагоприятных факторов производственной среды для многих профессиональных групп работников. Формирующиеся при длительном профессиональном воздействии минеральных аэрозолей пылевые заболевания легких характеризуются широкой распространенностью патологии и, как правило, тяжелым, необратимым течением, приводящим к инвалидизации. Стоит также отметить, что вне зависимости от отраслей промышленности, специфики технологических процессов, определяющих характер и условия трудовой деятельности в промышленном секторе экономики и сельском хозяйстве, пылевая патология является в настоящее время наиболее распространенным фактором профессионального риска здоровью работников [1, 2].

Несмотря на структурную перестройку ведения промышленного и строительного производства, внедрение систем комплексной автоматизации технологических процессов, компьютеризацию работ и переоснащение, обновление парка оборудования и транспортных средств, удельный вес работников, занятых в условиях воздействия пылевого фактора, во всем мире остается стабильно высоким и составляет, по данным МОТ, до 25% [3].

Среди промышленных пылей аэрозоли искусственных минеральных волокон занимают особое место в гигиенических исследованиях и клинической практике, т.к. их использование в производстве сопряжено со значительными профессиональными рисками здоровью работающих, в том числе канцерогенными.

**Материал и методы.** Исследования выполнены на базе крупнейшего в Республике Беларусь производственного предприятия по выпуску теплоизоляционных плит из минеральной (каменной) ваты на основе базальтового волокна – ОАО «Гомельстройматериалы».

Для проведения комплексной гигиенической оценки условий труда использованы результаты лабораторного контроля, аттестации рабочих мест по условиям труда и результаты собственных измерений параметров факторов условий труда.

Заболеваемость с ВУТ изучена за период 2012-2016 гг. Для определения производственной обусловленности выявленной соматической патологии сформирована основная группа работников цеха по производству теплоизоляционных материалов (цех № 1) и группа сравнения (условный контроль) – работники цеха по производству блоков из ячеистого бетона (цех №2).

Анализ заболеваемости с ВУТ и оценка статистической значимости различий исследуемых показателей ВН проводились в соответствии с МУ № 112-9911-99 «Углубленный анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности» [4].

Относительный риск (ОР), 95 % доверительный интервал ОР, этиологическая доля рассчитаны в соответствии с Инструкцией по применению № 062-1109 «Критерии оценки и показатели производственно обусловленной заболеваемости для комплексного анализа влияния условий труда на состояние здоровья работников, оценки профессионального риска» [5].

Статистическая обработка и анализ полученных данных проводились с использованием пакета статистических программ STATISTICA 13.

В качестве критериев нормальности распределения признаков в изучаемых группах использовали критерии Колмогорова-Смирнова, Лиллиефорса и Шапиро-Уилка [6].

Расчет доверительных интервалов для частот и долей произведен по методу Вальда [7].

Для сравнения двух независимых групп по количественным признакам, распределение которых отличное от нормального, использовали критерий Манна-Уитни. Значимость различий частот в двух независимых группах оценена при помощи критерия Хи-квадрат [6].

Для оценки многолетнего движения заболеваемости использован метод расчета темпов роста и темпов прироста по средней геометрической [8].

Критическое значение уровня значимости ( $p$ ) при проверке статистических гипотез принималось за 0,05 [6].

**Результаты и обсуждение.** Проведение комплексной гигиенической оценки условий труда позволило установить следующее. Условия труда на рабочих местах 16 из 17 профессиональных групп работников цеха по производству теплоизоляционных материалов оценены как вредные 1-3 степени, в том числе условия труда по 13 профессиональным группам соответствуют классу 3.2, у двух профессиональных групп – классу 3.3. и у одной – классу 3.1 (табл. 1).

Таблица 1

**Комплексная гигиеническая оценка условий труда работников цеха по производству теплоизоляционных материалов**

Наименование рабочего места	Факторы производственной среды и трудового процесса								Общая оценка
	Химический	Пыли, аэрозоли	Шум	Электромагнитное излучение	Микроклимат	Освещенность	Тяжесть	Напряженность	
Р.м. вагранщика	3.3	2	3.2	1	3.1	2	2	2	3.3
Р.м. сортировщика (упаковщика) теплоизоляционных материалов	3.2	2	2	1	2	2	2	2	3.2
Р.м. слесаря-ремонтника	3.2	2	2	1	2	2	2	2	3.2
Р.м. слесаря по обслуживанию и ремонту газоиспользующего оборудования	3.2	2	3.1	1	2	2	2	2	3.2
Р.м. газовщика	3.2	2	3.1	1	2	2	2	2	3.2
Р.м. оператора линии по производству минераловатных изделий	2	1	2	2	2	2	1	2	2
Р.м. уборщика производственных помещений	3.2	2	2	1	2	2	2	2	3.2
Р.м. начальника смены	3.2	2	2	1	2	2	2	2	3.2
Р.м. просевщика	1	3.1	3.1	1	2	2	2	2	3.1
Р.м. бункеровщика	3.3	3.1	3.1	1	2	2	1	2	3.3
Р.м. смесительщика	3.2	2	2	1	2	2	1	2	3.2
Р.м. шихтовщика	3.2	2	2	1	2	2	1	2	3.2
Р.м. чистильщика	3.2	2	3.1	1	2	2	2	2	3.2
Р.м. машиниста вентиляционных и аспирационных установок	3.2	2	3.1	1	2	2	2	2	3.2

Р.м. электромонтера по ремонту и обслуживанию электрооборудования	3.2	2	2	1	2	2	2	2	3.2
Р.м. слесаря по ремонту и обслуживанию систем вентиляции и кондиционирования	3.2	2	2	1	2	2	2	2	3.2
Р.м. слесаря-сантехника	3.2	2	2	1	2	2	2	2	3.2

Ведущими вредными факторами производственной среды, определяющими итоговый класс условий труда, являются химический фактор, содержание пылей и аэрозолей преимущественно фиброгенного действия в воздухе рабочей зоны и производственный шум.

Целый ряд химических веществ, выделяющихся в воздух рабочей зоны цеха теплоизоляционных изделий, обладают однонаправленным типом действия. Данные производственного лабораторного контроля свидетельствуют о том, что на рабочих местах фиксируются единичные превышения содержания пыли кремнийсодержащей, фенола, формальдегида и дижелеза триоксида на отдельных рабочих местах, при этом значения коэффициентов суммации вредных веществ в воздухе рабочей зоны для большинства рабочих мест превышают единицу в различных вариантах комбинации веществ, что и обуславливает вредный класс условий труда по данному фактору.

Содержание искусственных минеральных волокон в воздухе рабочей зоны по показателям массы взвешенных частиц не превышает гигиенических нормативов и колеблется от  $0,60 \pm 0,079$  мг/м<sup>3</sup> до  $1,36 \pm 0,323$  мг/м<sup>3</sup> на разных стадиях технологического процесса.

Работа технологического оборудования поточной линии является источником непостоянного шума на рабочих местах цеха. Гигиеническая оценка данного фактора показала, что эквивалентные уровни звука у 7 из 17 профессиональных групп не соответствуют санитарно-эпидемиологическим требованиям и превышают гигиенические нормативы на 2-14 дБА, что соответствует классам условий труда 3.1 и 3.2.

Изучение условий труда работников производства минераловатных плит также свидетельствует о том, что параметры микроклимата в течение всей рабочей смены в целом не являются существенным фактором производственной среды. Однако использование в технологическом процессе термообработки плит может значительно влиять на температуру воздуха, относительную влажность, обуславливать наличие инфракрасного излучения на отдельных рабочих местах.

Немаловажной для комплексной гигиенической оценки условий труда является оценка факторов трудового процесса работников. В ходе исследования установлено, что тяжесть трудового процесса основных профессий производства теплоизоляционных материалов на основе искусственных минеральных волокон определяется главным образом региональной и общей физической динамической нагрузкой, подъемом грузов с их перемещением с рабочей поверхности и пола, локальной нагрузкой, связанной со стереотипными рабочими движениями, статической нагрузкой, нахождением в рабочей

позе стоя от 30 до 60% времени смены, наклонами корпуса, перемещениями в пространстве. При этом показатели тяжести трудового процесса на всех рабочих местах не превышают гигиенических нормативов и условия труда по данному показателю соответствуют классам 1 и 2. Напряженность трудового процесса всех профессиональных групп соответствует допустимому классу условий труда.

В целях оценки влияния факторов условий труда и трудового процесса на здоровье работников проведен анализ динамических процессов и структуры заболеваемости с ВУТ и оценка профессионального риска здоровью.

Показатели заболеваемости с ВУТ работников цеха по производству теплоизоляционных изделий в динамике за изучаемый пятилетний период имеют тенденцию к снижению: число случаев ВН уменьшилось на 22,3 % со 102,3 (95 % ДИ 88,78-115,89) случаев на 100 работающих до 72,4 (95 % ДИ 60,87-83,89), число дней ВН - на 10,0 % с 843,5 (95 % ДИ 617,44-1069,48) дней на 100 работающих до 639,5 (95 % ДИ 466,53-812,52).

В группе сравнения определены достоверно более высокие уровни за весь пятилетний период по случаям ВН – на 15,0% ( $t = 2,73$ ,  $p < 0,05$ ), по дням ВН – на 24,3% ( $t = 2,39$ ,  $p < 0,05$ ) и по ИП – на 19,6% ( $t = 5,20$ ,  $p < 0,05$ ). При этом показатели заболеваемости по классу болезней органов дыхания в цехе №1 также превышают показатели в цехе №2 по случаям ( $t = 3,04$ ,  $p < 0,05$ ), календарным дням ( $t = 3,21$ ,  $p < 0,05$ ) и ИП ( $t = 14,64$ ,  $p < 0,05$ ), а расчет относительного риска и этиологической доли по количеству болевших лиц (ОР 1,20 [1,04; 1,38], ЭД 16,5%) свидетельствует о непосредственном влиянии условий труда в основной группе на развитие заболеваний органов дыхания.

Относительный риск и этиологическая доля по дням ВН (ОР 1,24 [1,12; 1,38], ЭД 19,6%) и количеству болевших лиц (ОР 1,17 [1,09; 1,26], ЭД 14,8%) демонстрируют достоверное превышение уровней заболеваемости с ВУТ в основной группе по сравнению с группой условного контроля. Рассчитанный индекс профессионального риска равен 3 и характеризует профессиональный риск в основной группе как умеренный, требующий специальных мер по его снижению, но без необходимости их немедленного проведения. При этом уровень потери профессионального здоровья за среднемноголетний период в основной группе составил 32,3% (существенный, 3 класс), что выше уровня в группе контроля – 14,9% (допустимый, 2 класс) ( $\chi^2 = 523,9$ ,  $p < 0,00001$ , Chi-square).

**Заключение.** В ходе производства теплоизоляционных материалов на основе базальтового волокна на работников воздействует целый ряд неблагоприятных факторов производственной среды, однако наиболее значимым в формировании итоговой оценки условий труда на данном производстве являются химический, пылевой фактор и производственный шум. Важно отметить, что однонаправленность действия вредных химических веществ, лабораторно регистрируемых в воздухе рабочей зоны данного производства, определяет выраженное действие этого фактора на работников и требует учета этих особенностей действия как при планировании и проведении производственного лабораторного контроля, так и при комплексной гигиенической оценке условий труда.

Оценка структуры и уровней заболеваемости с ВУТ, а также расчет индекса профессионального риска здоровью свидетельствуют о значительном влиянии неблагоприятных производственных факторов на здоровье работников данного производства, что требует разработки целенаправленных мер профилактики.

**Список литературы:**

1. Barnes H., Goh N.S.L., Leong T.L., Hoy R. Silica-associated lung disease: An old-world exposure in modern industries. *Respirology*. 2019;24:1165–1175.
2. Хамракулова М. А., Хаширбаева Д. М., Ахмедова Д. Б. Профессиональные болезни, вызываемые воздействием промышленной пыли (пневмокониозы). *Авиценна*. Т. 1. 2016; (9):35-37.
3. Working conditions in a global perspective. Eurofound and International Labour Organization. 2019. Publications Office of the European Union, Luxembourg, and International Labour Organization, Geneva.
4. Углубленный анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности работающих: метод. указания: утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь, 30 нояб. 1999 г., № 112-9911. Сборник официальных документов по медицине труда и производственной санитарии. Респ. центр гигиены и эпидемиологии, Науч.-исслед. ин-т санитарии и гигиены. Ч. 8. Минск, 2001:79–100.
5. Критерии оценки и показатели производственно обусловленной заболеваемости для комплексного анализа влияния условий труда на состояние здоровья работников, оценки профессионального риска: инструкция по применению: утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь, 24 нояб. 2009 г., рег. № 062-1109 / разработ.: Р. Д. Клебанов [и др.]. Минск, 2009:33.
6. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. М.: Медиасфера, 2006:312.
7. Гржибовский А.М. Доверительные интервалы для частот и долей. *Экология человека*. 2008;5:57–60.
8. Матвеева Н.Н., Неустроева В.И. Основы моделирования прогноза показателей. *Молодой ученый*. 2017;24 (158):119–120.

**References:**

1. Barnes H, Goh N.S.L., Leong, T.L., Hoy R. Silica-associated lung disease: An old-world exposure in modern industries. *Respirology*. 2019;24:1165–1175. DOI:10.1111/resp.13695.
2. Hamrakulova M. A., Hashirbaeva D. M., Ahmedova D. B. Occupational Diseases caused by industrial dust (pneumoconiosis) // *Avicenna*. 2016;1(9):35-37 (in Russian).
3. Working conditions in a global perspective // Eurofound and International Labour Organization. 2019. Publications Office of the European Union, Luxembourg, and International Labour Organization, Geneva.
4. In-depth analysis of morbidity with temporary disability of workers: guidelines: approved Ministry of Health of the Republic of Belarus, 30 November 1999, No 112-9911. In: Collection of official documents on occupational medicine and industrial sanitation. Minsk, 2001;8:79–100. (in Russian).
5. Klebanov R.D. et al. Evaluation criteria and indicators of production-related morbidity for a comprehensive analysis of the impact of working conditions on the health status of workers, assessment of occupational risk: instructions for use: approved Ministry of Health of the Republic of Belarus, Minsk. 2009;24 November:1062-1109. (in Russian).

6. Rebrova O.Yu. Statistical analysis of medical data. Application of the STATISTICA application package. Moscow: Media Sphere; 2006. (in Russian).
7. Grzhibovsky A.M. Confidence intervals for frequencies and fractions. Human Ecology. 2008;5:57–60. (in Russian).
8. Matveeva N.N., Neustroeva V.I. Fundamentals of modeling forecast indicators. Young scientist. 2017;24 (158):119–20. (in Russian).

Поступила/Received: 15.01.2021

Принята в печать/Accepted:19.02.2021