



ОСОБЕННОСТИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ РАБОТНИКОВ, ИМЕЮЩИХ КОНТАКТ С АЭРОЗОЛЯМИ ИСКУССТВЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН

Е.А. Гутич, Г.Е. Косяченко, С.И. Сычик

Научно-практический центр гигиены, Республика Беларусь, 220012, г. Минск, ул. Академическая, 8

Объектом настоящего исследования явилось состояние здоровья работников, имеющих контакт с аэрозолями искусственных минеральных волокон.

Цель исследования – определение особенностей динамики и структуры заболеваемости с временной утратой трудоспособности (заболеваемость с ВУТ) и оценка профессионального риска здоровью работников, имеющих контакт с аэрозолями искусственных минеральных волокон.

Представлены результаты углубленного интерпретационного анализа заболеваемости с ВУТ круглогодичных работников производства теплоизоляционных плит из минеральной ваты (основная группа) за пятилетний период с учетом пола, возраста и стажа работы. Оценка производственной обусловленности заболеваемости проведена при сравнительном анализе с группой условного контроля (цех производства блоков из ячеистого бетона), республиканскими показателями и показателями отрасли производства строительных материалов. Оценка риска проведена с использованием индекса профессионального риска, рассчитанного на основе показателя относительного риска и суммарного коэффициента условий труда.

Установлено, что уровни заболеваемости с ВУТ работников основной группы достоверно выше таковых групп сравнения как в целом по всем классам болезней, так и по классу болезней органов дыхания в частности. Относительный риск и этиологическая доля заболеваемости, обусловленной условиями труда, свидетельствует о непосредственном их влиянии на заболеваемость болезнями органов дыхания в основной группе. Индекс профессионального риска характеризует профессиональный риск в основной группе как умеренный, требующий специальных мер по его снижению, но без необходимости их немедленного проведения. В основной группе также установлен более низкий «индекс здоровья» по сравнению с группой условного контроля.

Уровни заболеваемости с ВУТ работников основной группы достоверно ниже среднеевропейских уровней в целом по Республике Беларусь, а также нормирующих показателей в отрасли производства строительных материалов, но статистически значимо выше республиканских и отраслевых по классам болезней органов дыхания и болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани, а также статистически значимо выше республиканских по классам болезней органов пищеварения и болезней кожи и подкожной клетчатки.

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

По оценкам Всемирной организации здравоохранения 2,1 % всех смертей в мире связаны с профессиональными рисками, а доля глобального бремени болезней, связанных с воздействием профессиональных факторов, достигает 2,7 % [1]. При этом промышленные аэрозоли традиционно занимают ведущее место в числе неблагоприятных факторов производственной среды для многих профессиональных групп работников.

Промышленное применение различных типов искусственных волокон значительно возросло в последние десятилетия, особенно после существенного ограничения и полного запрета использования асбеста во многих странах мира [2]. Эти данные подтверждает и официальная статистика Республики Беларусь, согласно которой объемы производства минеральной ваты с 2005 по 2017 г. в республике возросли на 266,5 %¹.

© Гутич Е.А., Косяченко Г.Е., Сычик С.И., 2019

Гутич Екатерина Андреевна – заведующий научно-организационным отделом, младший научный сотрудник лаборатории гигиены труда (e-mail: ekhutsich@gmail.com; тел.: +375 17 399-44-36; +375 29 694-06-18; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1910-6556>).

Косяченко Григорий Ефимович – доктор медицинских наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории гигиены труда (e-mail: gekvod@mail.ru; тел.: +375 17 292-80-56; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7343-8028>).

Сычик Сергей Иванович – кандидат медицинских наук, доцент, директор (e-mail: rspch@rspch.by; тел. +375 17 284-13-70; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5493-9799>).

¹Промышленность Республики Беларусь: стат. сб. – Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2013. – 159 с.; Промышленность Республики Беларусь: стат. сб. – Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2018. – 118 с.

Пыль, образующаяся в процессе производства изделий из искусственных минеральных волокон, является мелкодисперсной с диаметром менее 10 мкм. Скорость ее осаждения под действием силы тяжести в спокойной воздушной среде составляет менее 1 см/с, следовательно, частицы минеральной ваты долго остаются в воздухе рабочей зоны и попадают в бронхолегочную систему и желудочно-кишечный тракт работников [3]. Воздействие такого типа аэрозолей на организм зависит не только от размеров волокон и их количества, но также от степени их биоперсистенции [4]. И если сами по себе волокна каменной ваты по данным некоторых исследований имеют низкую биологическую стойкость [5], то использование связующих компонентов различного состава (часто – фенолформальдегидных смол) в процессе производства готовых изделий на основе этих волокон, может значительно изменять их растворимость, повышая степень биологической стойкости [2, 6].

В монографии Международного агентства по изучению рака (МАИР) по оценке канцерогенных рисков искусственных минеральных волокон стекловата, каменная вата и шлаковата перенесены из группы 2В – «вероятно канцерогенные для человека» в группу 3 – «не классифицируемые как канцерогенные для человека» на основании результатов исследований, показавших отсутствие увеличения частоты опухолей легких и мезотелиомы при ингаляционном воздействии и интратрахеальной затравке [7]. Однако существует целый ряд публикаций, свидетельствующих о связи воздействия искусственных минеральных волокон с мезотелиомой плевры и раком легкого [8–14], а также обнаруживающих наличие цитотоксического и генотоксического эффектов воздействия каменной ваты [15, 16]. С воздействием искусственных минеральных волокон также связывают высокий риск развития пневмокониоза [17], патологии сердечно-сосудистой системы [3], гиперкератозов с высокой вероятностью малигнизации [18].

Данные официальной статистики Республики Беларусь свидетельствуют о том, что уровни профессиональной заболеваемости ежегодно снижаются: в 2017 г. в республике зарегистрировано 84 случая профессиональных заболеваний (в 2016 г. – 97), что не соответствует состоянию условий труда – условия труда на 65,4 % рабочих мест республики оценены как вредные [19]. В связи с этим актуальность приобретает изучение заболеваемости с временной утратой трудоспособности (заболеваемость с ВУТ) и определение степени профессиональной обусловленности заболеваний и уровней профессионального риска здоровью работников.

Цель исследования – определение особенностей динамики и структуры заболеваемости с ВУТ и оценка профессионального риска здоровью работ-

ников, имеющих контакт с аэрозолями искусственных минеральных волокон.

Материалы и методы. Исследования выполнены на базе крупнейшего в Республике Беларусь предприятия по производству строительных материалов, в том числе теплоизоляционных плит из минеральной ваты – ОАО «Гомельстройматериалы» (г. Гомель, Республика Беларусь).

Для изучения заболеваемости с ВУТ работников, имеющих контакт с аэрозолями искусственных минеральных волокон, сформирована основная группа работников цеха по производству теплоизоляционных материалов (цех № 1) в количестве 1096 круглогодичных человеко-лет. Группу сравнения (условный контроль) в количестве 848 круглогодичных человеко-лет составили работники цеха по производству блоков из ячеистого бетона (цех № 2).

Группы подобраны с учетом различий по ведущим вредным факторам производственной среды на рабочих местах и сходства непрофессиональных факторов (единое территориальное размещение, бытовое и медицинское обеспечение). В качестве группы сравнения выбран цех с сопоставимыми по классу вредности условиями труда на большинстве рабочих мест (вредные 1–2-й степени). Существенным является то, что обе группы подвергаются профессиональному воздействию аэрозолей фиброгенного действия, однако в основной группе данный фактор представлен преимущественно аэрозолем искусственных минеральных волокон, а в группе сравнения в воздухе рабочей зоны преобладали неволокнистые кремнийсодержащие аэрозоли.

Статистический анализ данных выборок показал, что сформированные группы сопоставимы по полу (в основной группе доля мужчин составила 85,3 % ($n = 278$), в группе сравнения – 81,5 % ($n = 221$), $p = 0,275$, Fisher exact test two-tailed), по возрасту (медиана распределения возраста в основной группе составила 38 лет (31; 46), в группе сравнения – 41 год (33; 49), $p = 0,229$, Mann – Whitney), по стажу (медиана распределения стажа в основной группе составила 8 лет (4; 12), в группе сравнения – 11 лет (5; 16), $p = 0,498$, Mann – Whitney), по профессиональному составу.

Для получения данных о заболеваемости с ВУТ произведена выкопировка данных 2120 листов нетрудоспособности за период с 2012 по 2016 г. В базу не включались случаи временной нетрудоспособности (ВН) по причинам травмы в быту и ухода за больным членом семьи, а также случаи ВН у работников, имевших стаж менее года на момент начала болезни.

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»².

² 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. – Минск: Респ. центр гигиены и эпидемиологии, Науч.-исслед. ин-т санитарии и гигиены, 2001. – Т. 8. – С. 79–100.

Относительный риск (ОР), 95%-ный доверительный интервал ОР, этиологическая доля (ЭД) 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»³.

Для оценки многолетней динамики заболеваемости использован метод расчета темпов роста и темпов прироста по средней геометрической.

Статистическая обработка и анализ полученных данных проводились с использованием пакета статистических программ Statistica 10. Первичные данные представлены в виде абсолютных и относительных величин с доверительными интервалами [ДИ_{0,95}]. Центральные тенденции и рассеяние количественных признаков, имеющих приближенно нормальное распределение, описывали средним значением (*M*) и ошибкой среднего (*m*) в формате *M ± m*. Центральные тенденции и дисперсии количественных признаков, имеющих распределение, отличное от нормального, описывали медианой и интерквартильным размахом (25-й и 75-й процентиля) в формате *Me* (25; 75).

В качестве критериев нормальности распределения признаков в изучаемых группах использовали критерии Колмогорова – Смирнова, Лиллиефорса и Шапиро – Уилка. Расчет доверительных интервалов для частот и долей произведен по методу Вальда. Для сравнения двух независимых групп по количественным признакам, распределение которых отличное от нормального, использовали критерий Манна – Уитни (Mann – Whitney). Значимость различий частот в двух независимых группах оценена при помощи критерия Хи-квадрат (Chi-square) и двустороннего точного критерия Фишера (Fisher exact test two-tailed). Критическое значение уровня значи-

мости (*p*) при проверке статистических гипотез принималось за 0,05.

Результаты и их обсуждение. При анализе показателей заболеваемости с ВУТ основной группы в динамике за изучаемый пятилетний период обнаружена тенденция к снижению числа случаев ВН на 22,3 %: с 102,3 (95%-ный ДИ 88,78–115,89) случая на 100 работающих до 72,4 (95%-ный ДИ 60,87–83,89), при этом число случаев снижалось в среднем на 8,3 % в год (табл. 1). Число дней ВН также соответствовало тенденции снижения показателя на 10,0 %: с 843,5 (95%-ный ДИ 617,44–1069,48) дня на 100 работающих до 639,5 (95%-ный ДИ 466,53–812,52), однако в 2013 г. наблюдался рост числа случаев ВН по отношению к 2012 г. на 3,2 %, а средняя длительность случая в 2013 г. была максимальной за пятилетний период и составила 10,0 (95%-ный ДИ 8,57–11,44) дня. В целом уровни показателей числа случаев ВН за период 2012–2016 гг. по шкале оценки показателей заболеваемости с временной утратой трудоспособности Е.Л. Ноткина характеризовались как «выше среднего» (2012), «средний» (2013–2014) и «ниже среднего» (2015–2016), а уровни числа дней ВН – как «средний» (2012–2014) и «ниже среднего» (2015–2016).

Сравнение показателей ВН основной группы со среднемноголетними данными в целом по Республике Беларусь показало достоверно более низкие уровни заболеваемости с ВУТ в цехе № 1 по сравнению с республиканскими уровнями по дням ВН (*t* = 2,28, *p* < 0,05) и по интегральному параметру (ИП), учитывающему и случаи, и дни ВН (*t* = 2,47, *p* < 0,05). Аналогичные результаты получены и при сравнении заболеваемости с ВУТ основной группы с нормирующими показателями в отрасли производства строительных материалов: по дням ВН (*t* = 3,1, *p* < 0,05) и по ИП (*t* = 4,18, *p* < 0,05).

Таблица 1

Динамика показателей заболеваемости с ВУТ работников ОАО «Гомельстройматериалы» за 2012–2016 гг.

Год	Цех № 1, <i>M ± m</i>				Цех № 2, <i>M ± m</i>			
	случаи	дни	средняя длительность случая	ИП	случаи	дни	средняя длительность случая	ИП
2012	102,3 ± 6,92	843,5 ± 11,32	8,2 ± 0,4	293,8 ± 16,31	90,2 ± 7,42	742,1 ± 115,89	8,2 ± 0,53	258,8 ± 15,83
2013	91,1 ± 6,36	870,2 ± 116,03	9,6 ± 0,51	281,6 ± 15,07	92,4 ± 7,07	785,4 ± 115,49	8,5 ± 0,6	269,4 ± 15,71
2014	85,9 ± 6,25*	859,6 ± 115,9	10,0 ± 0,73	271,7 ± 14,56*	66,9 ± 6,13	619,7 ± 92,89	9,3 ± 0,64	203,5 ± 10,88
2015	70,5 ± 5,57*	693,4 ± 92,04*	9,8 ± 0,74*	221,1 ± 10,86*	54,4 ± 5,68	442,0 ± 68,00	8,1 ± 0,43	155,1 ± 7,11
2016	72,4 ± 5,87	639,5 ± 88,26	8,8 ± 0,55	215,2 ± 10,86*	60,5 ± 6,31	534,9 ± 86,77	8,8 ± 0,71	179,9 ± 9,73
2012–2016	84,4 ± 2,77*	782,0 ± 47,24*	9,3 ± 0,26	256,9 ± 6,06*	73,4 ± 2,94	628,9 ± 43,19	8,6 ± 0,27	214,8 ± 5,39

Примечание: * – статистически значимые различия по сравнению с группой сравнения (цех № 2) при *p* < 0,05.

³ 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 с.

Более низкие уровни заболеваемости с ВУТ в цехе производства теплоизоляционных материалов как по сравнению с республиканскими, так и по сравнению с отраслевыми уровнями можно объяснить качественным профотбором работающих с изначально более высоким уровнем адаптационных возможностей. Известно, что среди поступающих на работу с вредными условиями производства обычно меньше лиц с функциональными ограничениями и пониженным уровнем здоровья, чем среди лиц, поступающих на работу с благоприятными условиями труда [20]. Стоит учитывать и тот факт, что с повышением вредности условий труда пропорционально увеличивается текучесть кадров, отсеивающая работников с ослабленным здоровьем, а условия труда цеха по производству теплоизоляционных материалов на 87 % рабочих мест оценены как вредные 1–4-й степени.

Динамика показателей заболеваемости с ВУТ в группе сравнения отразила схожую с основной группой тенденцию. Так, число случаев ВН в цехе № 2 за пятилетний период снизилось на 25,6 %: с 90,2 (95%-ный ДИ 75,78–104,78) случая на 100 работающих до 60,5 (95%-ный ДИ 48,16–72,89), при этом данный процесс имел более интенсивные темпы по сравнению с основной группой, и число случаев составило в среднем 9,5 % в год. Показатель числа дней ВН за период с 2012 по 2016 г. также снизился на 21,5 %: с 742,1 (95%-ный ДИ 514,92–969,22) дня на 100 работающих до 534,9 (95%-ный ДИ 364,80–704,93). В целом уровни показателей числа случаев ВН за период 2012–2016 гг. по оценочной шкале Е.Л. Ноткина в цехе № 2 характеризовались как «средний» (2012–2013), «ниже среднего» (2014, 2016) и «низкий» (2015), а уровни числа дней ВН – как «ниже среднего» (2012–2014) и «низкий» (2016) и «очень низкий» (2015).

Показатели заболеваемости с ВУТ в основной группе были статистически значимо выше таковых группы сравнения. Сравнительный анализ заболеваемости с ВУТ по случаям ВН показал достоверно более высокие уровни в основной группе по отношению к группе сравнения: в 2014 г. – на 28,4 % ($t = 2,18, p < 0,05$), в 2015 г. – на 29,6 % ($t = 2,02, p < 0,05$), а также среднееголетнего показателя случаев ВН за весь пятилетний период – на 15,0 % ($t = 2,73, p < 0,05$). По числу дней ВН на 100 работающих показатели цеха № 1 были достоверно выше таковых сотрудников цеха № 2: в 2015 г. – на 56,9 % ($t = 2,20, p < 0,05$) и в среднем за весь изучаемый период – на 24,3 % ($t = 2,39, p < 0,05$).

ИП также демонстрирует более высокие уровни заболеваемости с ВУТ в основной группе с 2014 по 2016 г., находясь в пределах от 19,6 % ($t = 2,42, p < 0,05$) до 42,6 % ($t = 5,08, p < 0,05$). В среднем за период с 2012 по 2016 г. ИП составил 19,6 % ($t = 5,20, p < 0,05$). Расчет ОР и ЭД по дням ВН (ОР = 1,24 [1,12; 1,38], ЭД = 19,6 %) и по количеству болевших лиц (ОР = 1,17 [1,09; 1,26], ЭД = 14,8 %)

также показал, что уровни заболеваемости с ВУТ в основной группе статистически достоверно выше, чем в группе условного контроля. Индекс профессионального риска, рассчитанный на основе показателя относительного риска и суммарного коэффициента условий труда (3,9), равен 3 и характеризует профессиональный риск в основной группе как умеренный, требующий специальных мер по его снижению, но без необходимости их немедленного проведения.

Динамика доли болевших лиц за период с 2012 по 2016 г. в группах сравнения была схожей и характеризовалась, как и другие показатели заболеваемости с ВУТ, тенденцией к снижению. В целом уровни показателя болевших лиц за период 2012–2016 гг. по оценочной шкале Е.Л. Ноткина в цехе № 1 характеризовались как «средний» и «ниже среднего», а в цехе № 2 – как «ниже среднего» и «низкий». Сравнение среднееголетних показателей «процент болевших лиц» (49,3 % – в цехе № 1 и 41,4 % – в цехе № 2) и «индекс здоровья» (50,7 % – в цехе № 1 и 58,6 % – в цехе № 2) позволило установить более высокий показатель болевших лиц и соответственно более низкий «индекс здоровья» в основной группе ($\chi^2 = 11,95, p = 0,0005, \text{Chi-square}$).

Для характеристики тяжести заболеваний в исследуемых группах применяются показатели часто и длительно болеющих лиц, а также процент госпитализации. Анализ числа часто и длительно болеющих лиц показал, что общее количество работников, отнесенных к категориям «часто болеющие» и «часто и длительно болеющие», не имеет статистически значимых различий в основной и группе сравнения. Однако доля круглогодичных работников цеха № 1, отнесенных к категории «длительно болеющие», за среднееголетний период составила 3,1 %, что достоверно выше, чем в группе контроля, – 1,5 % ($\chi^2 = 4,99, p = 0,026, \text{Chi-square}$). Доля случаев госпитализации за весь изучаемый период среди работников цеха № 1 составила 13,3 % и не имела статистически значимых различий с соответствующим показателем в контрольной группе – 11,9 %.

Изучение структуры заболеваемости по отдельным классам с использованием среднееголетних показателей числа случаев ВН и числа дней ВН в цехе № 1 показало следующее (рисунок). На первом месте в структуре заболеваемости с ВУТ находятся болезни органов дыхания как по случаям, так и по календарным дням с удельным весом 52,5 и 40,8 % соответственно. Наибольший удельный вес среди данного класса заболеваний принадлежит острым респираторным инфекциям – 95,9 % по случаям и 93,1 % по дням.

Второе ранговое место занимают болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани с удельным весом 27,1 % по случаям и 29,8 % по дням. Болезни органов пищеварения находились на третьем месте в системе рангов – 6,7 и 9,7 % соответственно.



Рис. Структура случаев ВН и календарных дней ВН в основной группе за 2012–2016 гг., %

При проведении сравнительной оценки заболеваемости с ВУТ по отдельным классам заболеваний установлено, что показатели заболеваемости по классу болезней органов дыхания в цехе № 1 достоверно выше таковых в цехе № 2 по случаям ($t = 3,04, p < 0,05$), по календарным дням ($t = 3,21, p < 0,05$) и по ИП ($t = 14,64, p < 0,05$). Расчет ОР и ЭД по количеству болевших лиц (ОР = 1,20 [1,04; 1,38], ЭД = 16,5 %) также позволил установить наличие влияния условий труда в основной группе на развитие заболеваний органов дыхания.

Важно отметить, что, несмотря на более низкие общие уровни заболеваемости с ВУТ в цехе № 1, по сравнению с республиканскими и отраслевыми уровнями, показатели заболеваемости болезнями органов дыхания в основной группе достоверно выше республиканских (по случаям – $t = 2,51, p < 0,05$; по дням – $t = 2,10, p < 0,05$; по ИП – $t = 11,89, p < 0,05$) и отраслевых (по случаям – $t = 3,66, p < 0,05$; по дням – $t = 4,55, p < 0,05$; по ИП – $t = 15,59, p < 0,05$). Выявленные особенности заболеваемости болезнями органов дыхания в основной группе указывают на профессиональную обусловленность данного типа патологии.

Показатели заболеваемости по классу болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани в цехе № 1 также статистически достоверно выше республиканских уровней (по случаям – $t = 6,84, p < 0,05$; по дням – $t = 6,13, p < 0,05$; по ИП – $t = 19,89, p < 0,05$) и нормирующих показателей по отрасли (по случаям – $t = 8,66, p < 0,05$; по дням – $t = 3,41, p < 0,05$; по ИП – $t = 28,69, p < 0,05$). В основной группе также определены достоверно более высокие уровни заболеваемости болезнями органов пищеварения (по случаям – $t = 2,22, p < 0,05$; по дням – $t = 6,51, p < 0,05$; по ИП – $t = 5,63, p < 0,05$) и болезнями кожи и подкожной клетчатки (по дням – $t = 6,74, p < 0,05$; по ИП – $t = 3,58, p < 0,05$) в сравнении с республиканскими уровнями.

Анализ данных о заболеваемости с ВУТ в основной группе и группе сравнения в зависимости от гендерных различий позволил установить следующие особенности. Количество дней ВН и ИП, рассчитанных на круглогодичных работниц цеха № 1, достоверно ниже таковых среди мужчин данного цеха (по дням – $t = 2,77, p < 0,05$; по ИП – $t = 2,84, p < 0,05$). Сравнение показателей в основной группе и группе условного контроля показало, что мужчины в цехе № 1 имеют более высокие показатели заболеваемости по сравнению с той же группой цеха № 2 (по случаям – $t = 3,89, p < 0,05$; по дням – $t = 2,60, p < 0,05$; по ИП – $t = 6,32, p < 0,05$), работницы женского пола основной группы, напротив, имеют более низкий показатель случаев ВН по отношению к группе сравнения ($t = 2,05, p < 0,05$). Выявленные особенности также свидетельствуют о возможной профессиональной обусловленности регистрируемых заболеваний.

Изучение возрастных особенностей трудопотерь работников основной и группы сравнения показало, что с увеличением возраста отмечается снижение показателей заболеваемости с ВУТ в обеих группах. Наиболее высокие данные в цехе № 1 зафиксированы среди работников моложе 30 лет – 131,5 (95%-ный ДИ 115,75–147,30) случая ВН на 100 работающих и 958,1 (95%-ный ДИ 694,52–1221,74) дня ВН на 100 работающих, а наиболее низкие среди работников в возрастной группе «50 лет и старше» – 63,5 (95%-ный ДИ 51,78–75,19) случая ВН на 100 работающих и 769,7 (95%-ный ДИ 543,52–995,80) дня ВН на 100 работающих. Указанные особенности формирования ВН с учетом возраста могут объясняться активизацией механизма адаптации у молодых работников, занятых в неблагоприятных условиях труда.

Изучение заболеваемости работников в разрезе возрастных групп показало, что уровень заболеваемости в основной группе достоверно выше такового в группе сравнения в возрастных категориях «до 30 лет» (по случаям – $t = 2,86, p < 0,05$; по ИП – $t = 2,98, p < 0,05$), «40–49 лет» (по случаям – $t = 2,07, p < 0,05$; по дням – $t = 2,12, p < 0,05$; по ИП – $t = 4,43, p < 0,05$), «50 лет и старше» (по дням – $t = 2,33, p < 0,05$; по ИП – $t = 4,89, p < 0,05$). Однако в возрастной группе работников «30–39 лет» цеха № 2 наблюдаются более высокие уровни заболеваемости с ВУТ по сравнению с основной группой (по случаям – $t = 2,12, p < 0,05$; по ИП – $t = 2,59, p < 0,05$).

Анализ трудопотерь работников в зависимости от стажа позволил установить, что в основной группе наиболее высокие показатели заболеваемости отмечаются у работников со стажем работы до 5 лет – 112,6 (95%-ный ДИ 100,12–125,06) случая ВН на 100 работающих и 951,8 (95%-ный ДИ 728,03–1175,57) дня ВН на 100 работающих. Далее с увеличением стажа показатели заболеваемости с ВУТ снижаются и достигают минимальных в группе работников со стажем 15 лет и более – 50,5 (95%-ный ДИ 40,95–59,99) случая ВН на 100 работающих и 685,5 (95%-ный ДИ

502,50–870,39) дня ВН на 100 работающих. Такая динамика трудопотерь с увеличением стажа работы, возможно, связана с периодом адаптации организма работников к выраженному воздействию неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса, с развитием компенсаторных механизмов с увеличением времени контакта с неблагоприятными факторами.

Сравнительный анализ заболеваемости с ВУТ в группах в зависимости от стажа показал, что уровни заболеваемости работников цеха № 1 достоверно выше таковых цеха № 2 в стажевой группе «1–4 года» (по случаям – $t = 2,23$, $p < 0,05$; по ИП – $t = 2,78$, $p < 0,05$) и «5–9 лет» (по ИП – $t = 2,59$, $p < 0,05$).

На основе среднееголетних показателей заболеваемости с ВУТ, данных о возрастном и стажевом составе основной группы и группы условного контроля с использованием постоянного коэффициента регрессии, характеризующего уровень заболеваемости работников, занятых в оптимальных условиях труда, рассчитан уровень потерь профессионального здоровья для работников цеха № 1 и № 2. Анализ полученных результатов показал, что уровень потери профессионального здоровья за среднееголетний период в основной группе составил 32,3 % (существенный, 3-й класс), что выше уровня в группе контроля – 14,9 % (допустимый, 2-й класс) ($\chi^2 = 523,9$, $p < 0,00001$, Chi-square).

Выводы. Таким образом, анализ динамических процессов и структуры заболеваемости с ВУТ цеха по производству теплоизоляционных материалов в сравнении с группой условного контроля (цех по производству блоков из ячеистого бетона), а также республиканскими показателями и нормирующими показателями в отрасли производства строительных материалов, проведенная оценка профессионального риска и оценка производственно-обусловленной заболеваемости позволили сделать следующие выводы.

1. Анализ показателей заболеваемости с ВУТ основной группы в динамике за изучаемый пятилетний период демонстрирует тенденцию к снижению числа случаев ВН на 22,3 % и числа дней ВН на 10,0 %.

2. Уровни заболеваемости с ВУТ работников основной группы достоверно выше таковых группы сравнения за весь пятилетний период по случаям ВН – на 15,0 %, по дням ВН – на 24,3 % и по ИП – на 19,6 %. Показатели заболеваемости по классу болезней органов дыхания в цехе № 1 превышают таковые в цехе № 2 по случаям, по календарным дням и по ИП. Расчет относительного риска и этиологической доли по количеству болевших лиц (ОР = 1,20 [1,04; 1,38], ЭД = 16,5 %) также позволил установить влияние условий труда в основной группе на развитие заболеваний органов дыхания.

3. Анализ среднееголетних показателей заболеваемости с ВУТ позволил установить статистически значимо более высокий показатель болевших лиц и соответственно более низкий «индекс здоро-

вья» в основной группе по сравнению с группой условного контроля ($\chi^2 = 11,95$, $p = 0,0005$, Chi-square).

4. Уровни заболеваемости с ВУТ работников основной группы достоверно ниже среднееголетних уровней в целом по Республике Беларусь и по сравнению с нормирующими показателями в отрасли производства строительных материалов по дням ВН и по ИП. Однако показатели заболеваемости по отдельным классам заболеваний в основной группе статистически значимо превышают республиканские и отраслевые по болезням органов дыхания и болезням костно-мышечной системы и соединительной ткани, республиканские – по болезням органов пищеварения и болезням кожи и подкожной клетчатки.

5. ОР и ЭД по дням ВН (ОР = 1,24 [1,12; 1,38], ЭД = 19,6 %) и по количеству болевших лиц (ОР = 1,17 [1,09; 1,26], ЭД = 14,8 %) свидетельствуют о том, что уровни заболеваемости с ВУТ в основной группе статистически достоверно выше, чем в группе условного контроля. Индекс профессионального риска 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 среднееголетний период в основной группе составил 32,3 % (существенный, 3-й класс), что выше уровня в группе контроля – 14,9 % (допустимый, 2-й класс) ($\chi^2 = 523,9$, $p < 0,00001$, Chi-square).

6. Общее количество работников, отнесенных к категориям «часто болеющие» и «часто и длительно болеющие», не имеет статистически значимых различий в основной группе и группе сравнения, при этом доля круглогодичных работников цеха № 1, отнесенных к категории «длительно болеющие», за среднееголетний период достоверно выше, чем в группе контроля ($\chi^2 = 4,99$, $p = 0,026$, Chi-square). Процент госпитализации за весь изучаемый период среди работников цеха № 1 не имел статистически значимых различий с долей случаев ВН со стационарным режимом лечения в контрольной группе.

7. Заболеваемость с ВУТ в основной группе имеет гендерные различия. Выявленные особенности также свидетельствуют о возможной профессиональной обусловленности регистрируемых заболеваний.

8. Заболеваемость с ВУТ в основной группе зависит от возраста и стажа работы. С увеличением возраста и стажа работы отмечается снижение показателей заболеваемости с ВУТ, что объясняется активизацией механизма адаптации у молодых работников, занятых в неблагоприятных условиях труда, и развитием компенсаторных механизмов с увеличением времени контакта с неблагоприятными факторами.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Preventing disease through a healthier and safer workplace / J. Wolf, A. Prüss-Ustün, I. Ivanov, S. Mudgal, C. Corvalán, R. Bos, M. Neira. – Geneva: World Health Organization, 2018. – 96 p.
2. Ross C.S., Lockey J.E. Вредное воздействие на здоровье искусственных волокон [Электронный ресурс]. – URL: <http://base.safework.ru/iioenc?print&nd=857400205&spack=110LogLength=0> (дата обращения: 06.08.2019).
3. Копытенкова О.И., Леванчук А.В., Турсунов З.Ш. Оценка риска ущерба для здоровья при воздействии мелко-дисперсной пыли минеральной ваты // Казанский медицинский журнал. – 2014. – Т. 95, № 4. – С. 570–574.
4. Regulatory risk assessment approaches for synthetic mineral fibres / P. Harrison, P. Holmes, R. Bevan, K. Kamps, L. Levy, H. Greim // Regulatory Toxicology and Pharmacology. – 2015. – Vol. 73, № 1. – P. 425–441. DOI: 10.1016/j.yrtph.2015.07.029
5. Kudo Y., Aizawa Y. Safety Evaluation of Rock Wool after Nasal Inhalation in Rats // Industrial Health. – 2011. – Vol. 49, № 1. – P. 47–55. DOI: 10.2486/indhealth.msl146
6. Composition, Respirable Fraction and Dissolution Rate of 24 Stone Wool MMVF with their Binder / W. Wohlleben, H. Waindok, B. Daumann, K. Werle, M. Drum, H. Egenolf // Particle and Fibre Toxicology. – 2017. – Vol. 14, № 1. – P. 29. DOI: 10.1186/s12989-017-0210-8
7. Man-made Vitreous Fibres. World Health Organization. International agency for research on cancer. – Lyon: IARC Press, 2002. – 430 p.
8. Lung cancer and exposure to man-made vitreous fibers: results from a pooled case-control study in Germany / H. Pohl-labeln, K.H. Jöckel, I. Brüske-Hohlfeld, M. Möhner, W. Ahrens, U. Bolm-Audorff, R. Arhelger, W. Römer [et al.] // American Journal of Industrial Medicine. – 2000. – Vol. 37, № 5. – P. 469–477. DOI: 10.1002/(sici)1097-0274(200005)37:5<469::aid-ajim3>3.0.co;2-d
9. Classification of man-made vitreous fibers: Comments on the revaluation by an IARC working group / P. Wardenbach, K. Rödelberger, M. Roller, H. Muhle // Regulatory toxicology and pharmacology. – 2005. – Vol. 43, № 2. – P. 181–193. DOI: 10.1016/j.yrtph.2005.06.011
10. Asbestos and man-made vitreous fibers as risk factors for diffuse malignant mesothelioma: results from a German hospital-based case-control study / K. Rödelberger, K.H. Jöckel, H. Pohl-labeln, W. Römer, H.J. Weitowitz // American journal of industrial medicine. – 2001. – Vol. 39, № 3. – P. 262–275. DOI: 10.1002/1097-0274(200103)39:3<262::aid-ajim1014>3.0.co; 2-r
11. Кашанский С.В. Мезотелиома в России: системный обзор 3576 опубликованных случаев с позиций медицины труда // Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 3. – С. 15–21.
12. Мезотелиома: распространенность и модифицирующие факторы (литературный обзор) / П.Н. Музалевский, Я.Н. Шойхет, А.Ф. Лазарев, О.Г. Григоров // Сибирский онкологический журнал. – 2007. – № 2. – С. 77–83.
13. Варивончик Д.В. Эпидемиология злокачественной мезотелиомы в Украине (2001–2011 гг.) // Український журнал з проблем медицини праці. – 2012. – Т. 33, № 4. – С. 56–69.
14. Кундиев Ю.И., Варивончик Д.В. Профессиональный рак: злокачественная мезотелиома. – Киев: Авіцена, 2015. – 192 с.
15. Cytotoxic and oxidative effects induced by man-made vitreous fibers (MMVFs) in a human mesothelial cell line / D. Cavallo, A. Campopiano, G. Cardinali, S. Casciardi, P. De Simone, D. Kovacs, B. Perniconi, G. Spagnoli [et al.] // Toxicology. – 2004. – Vol. 201, № 1–3. – P. 219–229. DOI: 10.1080/02786820500380198
16. Occupational exposure to mineral fibres. Biomarkers of oxidative damage and antioxidant defence and associations with DNA damage and repair / M. Staruchova, A.R. Collins, K. Volkovova, C. Mislanová, Z. Kovacicova, J. Tulinska, A. Kocan, L. Staruch [et al.] // Mutagenesis. – 2008. – Vol. 23, № 4. – P. 249–260. DOI: 10.1093/mutage/gen004
17. Fireman E. Man-made mineral fibers and interstitial lung diseases // Current Opinion in Pulmonary Medicine. – 2014. – Vol. 20, № 2. – P. 194–198. DOI: 10.1097/MCP.0000000000000035
18. Факторы риска развития и особенности профессиональной патологии у работников, занятых производством искусственных минеральных волокон / Г.Ф. Мухаммадиева, А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова, Д.О. Каримов, Н.А. Бейгул, З.Ф. Гимаева // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 1. – С. 19–23.
19. Состояние условий труда и профессиональной заболеваемости в Республике Беларусь за 2017 г. / И.В. Микулич, А.В. Ракевич, Т.А. Капустинская, Т.И. Бирюк. – Минск: Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, 2018. – 11 с.
20. Сорокин Г.А. Возрастная и стажевая динамика показателей здоровья работающих как критерий для сравнения профессиональных и непрофессиональных рисков // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 4. – С. 355–360.

Гутич Е.А., Косяченко Г.Е., Сычик С.И. Особенности заболеваемости и оценка профессионального риска здоровью работников, имеющих контакт с аэрозолями искусственных минеральных волокон // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 113–121. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.12

PECULIARITIES OF MORBIDITY AND ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL HEALTH RISKS FOR WORKERS WHO CONTACT AEROSOLS OF MAN-MADE MINERAL FIBERS

E.A. Hutsich, G.E. Kosiachenko, S.I. Sychik

Scientific Practical Centre of Hygiene, 8 Akademicheskaya Str., Minsk, 220012, Belarus

Our research focused on health of workers who had contacts with aerosols of man-made mineral fibers.

Our research goal was to determine peculiarities related to dynamics and structure of morbidity with temporary disability and to assess occupational health risks for workers who had contacts with aerosols of man-made mineral fibers.

The paper dwells on the results obtained via in-depth interpretation analysis of morbidity with temporary disability among workers who were permanently involved in manufacturing heat insulating boards from mineral wool (the test group); morbidity was analyzed over a 5-year period taking into account workers' sex, age, and working experience. Occupational conditionality of morbidity was assessed via comparative analysis as the test group was compared with the conditional reference group (workers employed at a workshop where cell concrete blocks were manufactured), overall morbidity parameters taken for the whole country, and morbidity parameters taken for construction materials manufacturing. Risk was assessed via applying occupational risk index, calculated on the basis of relative risk and total coefficient of working conditions.

We detected that morbidity with temporary disability among workers from the test group was authentically higher than morbidity among workers from the conditional reference group, regarding both all disease categories, and respiratory organs diseases in particular. Relative risk and etiological fraction of morbidity caused by working conditions indicates that such conditions have direct influence on morbidity with respiratory organs diseases among workers from the test group. Occupational risk index characterizes occupational risk for workers from the test group as being moderate but still requiring specific activities aimed at reducing it, although there is no urgent necessity to perform them. Workers from the test group also tended to have lower "health index" than those from the conditional reference group.

Morbidity with temporary disability among workers from the test group was authentically lower than in the Republic of Belarus on average as well as than standard parameters fixed for construction materials manufacturing; but it was statistically significantly higher than both in the country on average and in the branch for respiratory organs diseases, musculoskeletal and connective tissue diseases; it was also statistically significantly higher than on average in the country for digestive organs diseases and diseases of skin and subcutaneous tissue.

Key words: mineral wool manufacturing, man-made mineral fibers, industrial aerosols, working conditions, morbidity, occupational risk, occupational diseases, morbidity dynamics.

References

1. Wolf J., Prüss-Ustün A., Ivanov I., Mudgal S., Corvalán C., Bos R., Neira M. Preventing disease through a healthier and safer workplace. Geneva, World Health Organization Publ., 2018, 96 p.
2. Ross C.S., Lockey J.E. Vrednoe vozdeistvie na zdorov'e iskusstvennykh volokon [Adverse effects produced on health by synthetic fibers]. Available at: <http://base.safework.ru/iloenc?print&nd=857400205&spack=110LogLength=0> (06.08.2019) (in Russian).
3. Kopytenkova O.I., Levanchuk A.V., Tursunov Z.Sh. Assessment of health damage due to exposure to mineral wool fine dusts. *Kazanskii meditsinskii zhurnal*, 2014, vol. 95, no. 4, pp. 570–574 (in Russian).
4. Harrison P., Holmes P., Bevan R., Kamps K., Levy L., Greim H. Regulatory risk assessment approaches for synthetic mineral fibres. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 2015, vol. 73, no. 1, pp. 425–441. DOI: 10.1016/j.yrtph.2015.07.029
5. Kudo Y., Aizawa Y. Safety Evaluation of Rock Wool after Nasal Inhalation in Rats. *Industrial Health*, 2011, vol. 49, no. 1, pp. 47–55. DOI: 10.2486/indhealth.ms1146
6. Wohlleben W., Waindok H., Daumann B., Werle K., Drum M., Egenolf H. Composition, Respirable Fraction and Dissolution Rate of 24 Stone Wool MMVF with their Binder. *Particle and Fibre Toxicology*, 2017, vol. 14, no. 1, 29 p. DOI: 10.1186/s12989-017-0210-8

© Hutsich E.A., Kosiachenko G.E., Sychik S.I., 2019

Ekatsiaryna A. Hutsich – Head of Scientific Organization Department, Junior Researcher at Occupational Hygiene Laboratory (e-mail: ekhutsich@gmail.com; tel.: +375 17 399-44-36; +375 29 694-06-18; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1910-6556>).

Grigorij E. Kosiachenko – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher at Occupational Hygiene Laboratory (e-mail: gekvod@mail.ru; tel.: +375 17 292-80-56; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7343-8028>).

Sergej I. Sychik – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Director (e-mail: rspch@rspch.by; tel.: +375 17 284-13-70; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5493-9799>).

7. Man-made Vitreous Fibres. World Health Organization. International agency for research on cancer. Lyon, IARC Press Publ., 2002, 430 p.
8. Pohlabein H., Jöckel K.H., Brüske-Hohlfeld I., Möhner M., Ahrens W., Bolm-Audorff U., Arhelger R., Römer W. [et al.]. Lung cancer and exposure to man-made vitreous fibers: results from a pooled case-control study in Germany. *American Journal of Industrial Medicine*, 2000, vol. 37, no. 5, pp. 469–477. DOI: 10.1002/(sici)1097-0274(200005)37:5<469::aid-ajim3>3.0.co;2-d
9. Wardenbach P., Rödelsperger K., Roller M., Muhle H. Classification of man-made vitreous fibers: Comments on the reevaluation by an IARC working group. *Regulatory toxicology and pharmacology*, 2005, vol. 43, no. 2, pp. 181–193. DOI: 10.1016/j.yrtph.2005.06.011
10. Rödelsperger K., Jöckel K.H., Pohlabein H., Römer W., Woitowitz H.J. Asbestos and man-made vitreous fibers as risk factors for diffuse malignant mesothelioma: results from a German hospital-based case-control study. *American journal of industrial medicine*, 2001, vol. 39, no. 3, pp. 262–275. DOI: 10.1002/1097-0274(200103)39:3<262::aid-ajim1014>3.0.co;2-r
11. Kashansky S.V. Mesothelioma in Russia: systematic review of 3576 published cases from occupational medicine viewpoint. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2008, no. 3, pp. 15–21 (in Russian).
12. Muzalevsky P.N., Shoikhet Ya.N., Lazarev A.F., Grigoruk O.G. Mesotelioma: prevalence and modified factors (Literature review). *Sibirskii onkologicheskii zhurnal*, 2007, no. 2, pp. 77–83 (in Russian).
13. Varyvonchik D.V. Epidemiology of malignant mesothelioma in Ukraine (2001–2011). *Ukraïns'kii zhurnal z problem meditsini pratsi*, 2012, vol. 33, no. 4, pp. 56–69.
14. Kundiev Yu.I., Varivonchik D.V. Professional'nyi rak: zlokachestvennaya mezotelioma [Occupational cancer: malignant mesothelioma]. Kiev, VD Avitsena Publ., 2015, 192 p. (in Russian).
15. Cavallo D., Campopiano A., Cardinali G., Casciardi S., De Simone P., Kovacs D., Perniconi B., Spagnoli G. [et al.]. Cytotoxic and oxidative effects induced by man-made vitreous fibers (MMVFs) in a human mesothelial cell line. *Toxicology*, 2004, vol. 201, no. 1–3, pp. 219–229. DOI: 10.1080/02786820500380198
16. Staruchova M., Collins A.R., Volkovova K., Mislanová C., Kovacikova Z., Tulinska J., Kocan A., Staruch L. [et al.]. Occupational exposure to mineral fibres. Biomarkers of oxidative damage and antioxidant defence and associations with DNA damage and repair. *Mutagenesis*, 2008, vol. 23, no. 4, pp. 249–260. DOI: 10.1093/mutage/gen004
17. Fireman E. Man-made mineral fibers and interstitial lung diseases. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*, 2014, vol. 20, no. 2, pp. 194–198. DOI: 10.1097/MCP.0000000000000035
18. Mukhammadiyeva G.F., Bakirov A.B., Karimova L.K., Karimov D.O., Beigul N.A., Gimaeva Z.F. Risk factors and features of occupational diseases in workers engaged into artificial mineral fibers production. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2018, no. 1, pp. 19–23 (in Russian).
19. Mikulich I.V., Rakevich A.V., Kapustinskaya T.A., Biryuk T.I. Sostoyanie uslovii truda i professional'noi zaboлеваemosti v Respublike Belarus' za 2017 g. [Working conditions and occupational morbidity in the Republic of Belarus in 2017]. Minsk, Respublikanskii tsentr gigieny, epidemiologii i obshchestvennogo zdorov'ya Publ., 2018, 11 p. (in Russian).
20. Sorokin G.A. The age and work experience dynamics of indices of health of employees as criteria for comparison of occupational and non-occupational risks. *Gigiena i sanitariya*, 2016, vol. 95, no. 4, pp. 355–360 (in Russian).

Hutsich E.A., Kosiachenko G.E., Sychik S.I. Peculiarities of morbidity and assessment of occupational health risks for workers who contact aerosols of man-made mineral fibers. Health Risk Analysis, 2019, no. 4, pp. 113–121. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.12.eng

Получена: 14.08.2019

Принята: 03.12.2019

Опубликована: 30.12.2019