

КОМПЛЕКСНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ВОЗДЕЙСТВИЮ АЭРОЗОЛЕЙ ИСКУССТВЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН

ГУТИЧ Е.А., КОСЯЧЕНКО Г.Е.

Научно-практический центр гигиены, г. Минск, Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2020. – Том 19, №4. – С. 77-89.

INTEGRATED HYGIENIC ASSESSMENT OF WORKING CONDITIONS OF EMPLOYEES EXPOSED TO AEROSOLS OF MAN-MADE MINERAL FIBERS

HUTSICH E.A., KOSIACHENKO G.E.

Scientific-Practical Centre of Hygiene, Minsk, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2020;19(4):77-89.

Резюме.

Цель – провести комплексную гигиеническую оценку условий труда работников, подвергающихся воздействию аэрозолей искусственных минеральных волокон.

Материал и методы. Работа выполнена на рабочих местах цеха по производству теплоизоляционных плит из минеральной ваты на основе базальтового волокна одного из крупнейших в Республике Беларусь предприятий по производству строительных материалов. Для изучения особенностей условий труда работников использованы данные производственного лабораторного контроля, результаты собственных исследований факторов условий труда и трудового процесса. Комплексная гигиеническая оценка условий труда проведена с использованием данных аттестации рабочих мест по условиям труда. Расчет пылевых нагрузок и допустимого стажа работы выполнен на основе средних значений содержания аэрозолей преимущественно фиброгенного действия, полученных при проведении производственного лабораторного контроля.

Результаты. Определен комплекс вредных производственных факторов, оказывающих влияние на работников цеха теплоизоляционных изделий, дана их качественная и количественная характеристика. Проведена комплексная гигиеническая оценка условий труда, установлены классы условий труда по основным профессиям цеха. Рассчитаны пылевые нагрузки и допустимый стаж работы в контакте с аэрозолями преимущественно фиброгенного действия.

Заключение. Условия труда на рабочих местах 16 из 17 профессиональных групп работников цеха теплоизоляционных материалов не соответствуют гигиеническим нормативам и относятся к вредным, 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. Основными производственными факторами, обуславливающими вредные условия труда на рабочих местах цеха, являются химические вещества в воздухе рабочей зоны, пыли и аэрозоли преимущественно фиброгенного действия и производственный шум. Пылевые нагрузки по всем профессиональным группам производства теплоизоляционных материалов на основе базальтового волокна не превышают контрольные за изученный стаж работы, а превышения допустимого стажа работы в контакте с кремнийсодержащей пылью обнаружены в единичных случаях.

Ключевые слова: условия труда, вредные производственные факторы, производство минеральной ваты, искусственные минеральные волокна, промышленные аэрозоли, комплексная гигиеническая оценка условий труда, пылевые нагрузки, допустимый стаж работы.

Abstract.

Objectives. To make an integrated hygienic assessment of the working conditions of employees exposed to aerosols of man-made mineral fibers.

Material and methods. The research was conducted at the workplaces of the shop manufacturing heat-insulating boards

of mineral wool based on basalt fiber of one of the largest enterprises in the Republic of Belarus for the production of building materials. To study the peculiarities of employees working conditions we used the data of industrial laboratory control, the results of our own research on factors of working conditions and labor process. The integrated hygienic assessment of working conditions was made using certification data on workplaces. The calculation of dust loads and the permissible length of service was based on the average content values of mainly fibrogenic aerosols obtained during the production laboratory control.

Results. The complex of hazardous occupational factors, exerting influence on the employees of the shop of heat-insulating products has been determined, their qualitative and quantitative characteristic has been given. The integrated hygienic assessment of working conditions has been made, classes of working conditions according to the main occupations of the manufacturing workshop have been established. Dust loads and the permissible length of service in contact with fibrogenic aerosols have been calculated.

Conclusions. Working conditions at workplaces of 16 out of 17 professional groups of workers of the heat-insulating materials manufacturing workshop don't comply with hygienic standards and are harmful, including working conditions for 13 professional groups that correspond to class – 3.2, for two professional groups – to class 3.3. and for one – to class 3.1. The main production factors causing harmful working conditions at the workplaces of the manufacturing workshop are chemicals in the air of the working area, dust and fibrogenic aerosols and production noise. Dust loads for all professional groups of the manufacturing of the heat-insulating materials based on basalt fiber don't exceed the control ones for the studied length of service, and the excess of the permissible length of service in contact with silicon-containing dust was found in solitary cases.

Key words: working conditions, hazardous occupational factors, mineral wool manufacturing, man-made mineral fibers, industrial aerosols, integrated hygienic assessment of working conditions, dust loads, permissible length of service.

Производство теплоизоляционных строительных материалов, в том числе базальтовой теплоизоляции – активно развивающаяся отрасль промышленности, что связано как с возрастающей во всем мире необходимостью экономии энергоресурсов, так и с существенным ограничением и запретом использования асбеста во многих странах [1]. Эти данные подтверждает и официальная статистика Республики Беларусь, согласно которой объемы производства минеральной ваты с 2005 по 2017 год в республике возросли на 266,5% [2, 3].

Большинство исследований по изучению искусственных минеральных волокон, проведенных в последние десятилетия, касались их биологических эффектов [4, 5], токсикологических свойств [6-9], клинических проявлений неблагоприятного воздействия [10, 11], оценки рисков в эпидемиологических исследованиях [7, 12], методических подходов к гигиенической оценке их содержания в воздухе рабочей зоны [13, 14]. Однако аэрозоли минеральных волокон являются не единственным вредным фактором производственной среды, оказывающим влияние на работников при производстве строительных материалов на основе искусственных минеральных волокон. При этом известно, что адекватная оценка профессионального риска невозможна без комплексной оценки условий труда работников,

учитывающей сочетанное влияние различных факторов условий труда и трудового процесса.

Минеральная вата позиционируется как относительно безопасный заменитель асбеста при производстве изоляционных материалов [15]. Имея волокнистую структуру, определяющую ее физические свойства, она обладает значительно более низкой биоперсистенцией в организме человека за счет аморфной структуры волокна [6]. Однако профессиональные риски, связанные с воздействием искусственных минеральных волокон, могут быть недооценены, т.к. зачастую при их оценке не принимается во внимание влияние связующего на растворимость волокна, а, следовательно, и на его биоперсистенцию в организме человека [16, 17]. Кроме того, компоненты связующего, включая вещества, обладающие высокой степенью летучести (фенол, формальдегид и др.), выделяясь в воздух рабочей зоны при производстве минеральных волокон, также оказывают неблагоприятное воздействие на организм работающих.

Технологические процессы, используемые при производстве строительных материалов на основе искусственных минеральных волокон, обуславливают появление и других вредных производственных факторов. Процессы подготовки сырья, отсева примесей, дозирования, приготовления и центрифугирования расплава, резки минераловатного ковра, дробления остатков кром-

ки, пакетирования готовых изделий являются источниками механического шума на всем протяжении технологической линии. Расплав сырья в вагранке, осуществляющийся при температуре свыше 1200°C, обуславливает нагревающий микроклимат и высокие уровни инфракрасного излучения в зоне обслуживания вагранки, особенно при сливе расплава. Использование процессов термообработки для полимеризации связующего и удаления влаги из минераловатного ковра также влияет на параметры микроклимата на рабочих местах.

Отсутствие достаточных санитарно-гигиенических данных об условиях труда работников, подвергающихся воздействию аэрозолей искусственных минеральных волокон, определило актуальность данной работы.

Материал и методы

Комплексная гигиеническая оценка факторов производственной среды и трудового процесса, воздействующих на работников предприятий и организаций, производящих строительные материалы на основе искусственных минеральных волокон, проведена в цехе по производству теплоизоляционных плит из минеральной (каменной) ваты на основе базальтового волокна предприятия ОАО «Гомельстройматериалы» (Республика Беларусь, г. Гомель), где изготавливаются плиты из минеральной ваты и синтетического связующего с гидрофобизирующими добавками способом полусухого формования.

Для изучения особенностей условий труда работников использованы данные производственного лабораторного контроля за период с 2010 по 2017 годы, результаты собственных исследований параметров факторов условий труда, а также проведена комплексная гигиеническая оценка условий труда работников с использованием данных аттестации рабочих мест по условиям труда.

Для изучения воздействия химического фактора проведены анализ и оценка материалов инструментальных лабораторных замеров содержания вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны с учетом специфики производимой продукции на различных участках обследованных предприятий.

Результаты исследований химического фактора оценивались в соответствии с Гигиеническим нормативом «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны»

[18]. Оценка содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны проведена у работников 14 профессий цеха по производству теплоизоляционных материалов, где изучено содержание в воздушной среде кремния диоксида кристаллического (n=145), фенола (n=1096), формальдегида (n=1091), искусственных минеральных волокон (n=170), углерода оксида (n=199), серы диоксида (n=293), аммиака (n=232), диоксида железа (n=56), азота оксида (n=33), марганца (n=95). Для смеси веществ, обладающих односторонним действием, рассчитаны значения коэффициентов суммации (n=45).

Гигиеническая оценка уровней шума на рабочих местах проведена в соответствии с требованиями Санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [19].

Гигиеническая оценка искусственной освещенности в производственных помещениях на рабочих местах выполнена в соответствии с требованиями ТКП 45-2.04-153-2009 (02250) «Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования» в соответствии с разрядом зрительных работ [20].

Собственные натурные исследования, проведенные за период с 2016 по 2018 гг., включали измерение и гигиеническую оценку содержания искусственных минеральных волокон в воздухе рабочей зоны с определением массы взвешенных частиц (n=164), а также измерение параметров микроклимата: температуры воздуха (n=318), относительной влажности (n=159).

Исследование пылевого загрязнения воздуха рабочей зоны по показателям массы взвешенных частиц произведено при помощи гравиметрического метода оценки содержания аэрозолей, обладающих фиброгенным действием [21]. Отбор проб проводился с использованием аспираторов ПУ-4Э, определение массы навески – с использованием весов лабораторных ВРЛ-200.

Измерения и гигиеническая оценка параметров микроклимата на рабочих местах проводились для теплого и холодного периодов года в соответствии с требованиями Санитарных норм и правил «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях» [22] и Гигиенического норматива «Показатели микроклимата производственных и офисных помещений» [23]. Температура и относительная влажность воздуха производственных помеще-

ний исследовались с помощью метеометра МЭС-200А.

Влияние факторов трудового процесса на функциональное состояние организма работников оценивалось на основе изучения характера и особенностей труда по показателям тяжести и напряженности трудового процесса в соответствии с Инструкцией по применению № 027-1212 «Гигиеническая оценка характера трудовой деятельности по показателям тяжести и напряженности труда» [24].

Комплексная гигиеническая оценка условий труда работников проведена по 17 основным профессиям цеха в соответствии с требованиями Санитарных норм и правил «Гигиеническая классификация условий труда» [25].

Примененная для измерения параметров факторов производственной среды аппаратура прошла метрологическую поверку в установленном порядке.

Время занятости работников в условиях воздействия неблагоприятных факторов производственной среды устанавливалось по данным карт хронометражных наблюдений, выполненных при аттестации рабочих мест по условиям труда.

Расчет пылевых нагрузок и допустимого стажа работы выполнен на основе средних значений содержания аэрозолей преимущественно фиброгенного действия, полученных при проведении производственного лабораторного контроля, с использованием методических подходов, изложенных в Санитарных нормах и правилах «Гигиеническая классификация условий труда» [25]. Для определения контрольных пылевых нагрузок средний рабочий стаж принимали равным 25 годам.

Статистическая обработка и анализ полученных данных проводились с использованием пакета статистических программ STATISTICA 10. Центральные тенденции и рассеяния количественных признаков описывали средним значением (M) и ошибкой среднего (m) в формате $M \pm m$. Критическое значение уровня значимости (p) при проверке статистических гипотез принималось за 0,05.

Результаты и обсуждение

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 является химический и пылевой фактор.

В ходе производственного процесса в воздух рабочей зоны цеха теплоизоляционных изделий выделяется целый спектр химических веществ, включающий искусственное минеральное волокно, кремнийсодержащую пыль с содержанием кремния диоксида кристаллического от 2 до 10%, фенол, формальдегид, углерода оксид, серы диоксид, аммиак. На рабочем месте электрогазосварщика также обнаруживаются марганец, диЖелеза триоксид и оксид азота. Ряд из этих веществ обладает специфическими особенностями действия на организм: кремнийсодержащая пыль и искусственные минеральные волокна отнесены к аэрозолям преимущественно фиброгенного действия, фенол и формальдегид – к аллергенам, углерод оксид и оксид азота – к веществам остро-направленного действия.

Анализ результатов производственного лабораторного контроля позволил установить, что средние значения уровней содержания химических веществ и минеральных аэрозолей в воздухе рабочей зоны цеха не превышают установленных гигиенических нормативов. Вместе с этим в течение изучаемого периода времени обнаруживались единичные превышения содержания пыли кремнийсодержащей на рабочих местах бункеровщика (2,1% проб), просевщика (8,2% проб), шихтовщика (4,2% проб); превышения содержания фенола на рабочем месте вагранщика (0,5% проб); превышения содержания формальдегида на рабочих местах вагранщика (12,3% проб), сортировщика (упаковщика) теплоизоляционных изделий (2,5% проб), чистильщика (9,6% проб); превышения содержания диЖелеза триоксида на рабочем месте электрогазосварщика (5,4% проб).

Источником фенола и формальдегида в воздухе рабочей зоны цеха является раствор связующего, представляющий собой композицию из фенолоформальдегидной смолы, выделение которых также усиливается под воздействием высоких температур в камере термообработки и далее в процессе охлаждения минераловатного мата. Образование и выделение в воздух рабочей зоны цеха значительного количества кремнийсодержащей пыли связаны с сортировкой, дозировкой и отсевом мелких фракций сырья. Причиной образования высокой запыленности воздуха рабочей зоны и обнаружения химических веществ в концентрациях, превышающих предельно допу-

Таблица 1 – Значения коэффициентов суммации вредных веществ в воздухе рабочей зоны цеха по производству теплоизоляционных материалов ОАО «Гомельстройматериалы» для веществ однократного действия (результаты производственного контроля за 2010-2017 гг.)

Наименование рабочего места	Комбинации веществ с эффектом суммации	Значение коэффициента суммации
Р.м. бункеровщика	Фенол, формальдегид	1,31
Р.м. газовщика	Углерод оксид, формальдегид	0,90
	Серы диоксид, углерод оксид	0,66
	Серы диоксид, углерод оксид, фенол	1,31
	Формальдегид, фенол	1,26
	Серы диоксид, фенол	1,11
Р.м. шихтовщика	Углерод оксид, формальдегид	1,11
	Серы диоксид, углерод оксид	0,89
	Серы диоксид, углерод оксид, фенол	1,56
	Формальдегид, фенол	1,49
	Серы диоксид, фенол	1,27
	Аммиак, формальдегид	1,08
	Серы диоксид, аммиак	0,86
Р.м. вагранщика	Углерод оксид, формальдегид	1,30
	Серы диоксид, углерод оксид	1,05
	Серы диоксид, углерод оксид, фенол	1,93
	Формальдегид, фенол	1,80
	Серы диоксид, фенол	1,56
	Аммиак, формальдегид	1,20
	Серы диоксид, аммиак	0,96
Р.м. смесительщика	Углерод оксид, формальдегид	0,66
	Серы диоксид, углерод оксид	0,66
	Серы диоксид, углерод оксид, фенол	1,16
	Формальдегид, фенол	0,98
	Серы диоксид, фенол	0,98
	Аммиак, формальдегид	0,71
	Серы диоксид, аммиак	0,71
Р.м. сортировщика (упаковщика) теплоизоляционных изделий	Формальдегид, фенол	1,29
Р.м. чистильщика	Формальдегид, фенол	1,79
	Аммиак, формальдегид	1,25
Р.м. машиниста вентиляционной и аспирационной установок	Углерод оксид, формальдегид	0,90
	Серы диоксид, углерод оксид	0,78
	Серы диоксид, углерод оксид, фенол	1,29
	Формальдегид, фенол	1,25
	Серы диоксид, фенол	1,13
	Аммиак, формальдегид	0,94
	Серы диоксид, аммиак	0,82
Р.м. аппаратчика очистки газов	Формальдегид, фенол	1,45
	Серы диоксид, фенол	1,27
	Аммиак, формальдегид	1,06
	Серы диоксид, аммиак	0,69
Р.м. слесаря-ремонтника	Формальдегид, фенол	1,51
	Аммиак, формальдегид	1,10
Р.м. дробильщика	Формальдегид, фенол	1,40
Р.м. слесаря по обслуживанию и ремонту газоиспользующего оборудования	Формальдегид, фенол	1,33

стимые, являются негерметичность и конструктивные недостатки оборудования, недостаточная эффективность вентиляции, в том числе и ввиду высокой летучести используемых химических

веществ, незавершенность механизации и автоматизации технологических процессов.

Изучение всего перечня вредных веществ, обнаруживаемых в воздухе рабочей зоны цеха, по-

зволило установить, что на большинстве рабочих мест одновременно обнаруживается целый ряд вредных веществ, обладающих однонаправленным типом действия и эффектом суммации. Всего определено 7 комбинаций таких веществ (табл. 1).

При расчете коэффициентов суммации для данных комбинаций установлено, что, несмотря на единичные превышения предельно допустимых концентраций отдельных веществ в воздухе рабочей зоны, значения коэффициентов на большинстве рабочих мест превышают 1 для различных вариантов комбинации веществ. Согласно хронометражу рабочего времени, работники на всех рабочих местах в цехе подвергаются воздействию химических веществ, содержащихся в воздухе рабочей зоны более 50% рабочей смены, а на отдельных рабочих местах более 90%. Это позволяет определить класс условий труда по химическому фактору на 83,3% рабочих мест как вредный, при этом 72,2% рабочих мест отнесены по данному фактору к классу 3.2 и 11,1% – к классу 3.3. Следовательно, химический фактор имеет выраженное действие на работников цеха по производству теплоизоляционных изделий, что требует принятия соответствующих мер профилактики.

Проведенные собственные натурные исследования воздуха рабочей зоны цеха позволи-

ли установить, что 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/м³ до $1,36 \pm 0,323$ мг/м³ на разных стадиях технологического процесса (табл. 2), что согласуется с результатами производственного лабораторного контроля, проводимого промышленной санитарной лабораторией предприятия.

В целом, оценка условий труда по фактору запыленности показала, что только на 2 рабочих местах (просеивщик, бункеровщик) содержание пыли кремнийсодержащей соответствует классу 3.1, условия труда на остальных рабочих местах оценены по данному фактору как допустимые (класс 2).

Изучение условий труда работников производства минераловатных плит свидетельствует, 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 рабочем месте вагранщика.

Материалы производственного контроля параметров микроклимата в цехе производства

Таблица 2 – Содержание пыли искусственных минеральных волокон в воздухе рабочей зоны цеха по производству теплоизоляционных материалов ОАО «Гомельстройматериалы» (2016-2018 гг.)

Наименование рабочего места	ПДК, мг/м ³	n	Фактические значения, М±m	min-max
Ваграночное отделение. Р.м. вагранщика	4	26	$0,89 \pm 0,127$	0,09-2,14
Сортировка плит. Р.м. сортировщика (упаковщика) теплоизоляционных материалов	4	43	$0,60 \pm 0,079$	0,08-2,21
Площадка у стола охлаждения. Р.м. слесаря по ремонту и обслуживанию систем вентиляции и кондиционирования. Р.м. машиниста вентиляционных и аспирационных установок. Р.м. сортировщика (упаковщика) теплоизоляционных материалов	4	12	$1,36 \pm 0,323$	0,09-3,36
Линия пакетирования. Р.м. сортировщика (упаковщика) теплоизоляционных материалов. Р.м. уборщика производственных помещений	4	28	$0,78 \pm 0,099$	0,17-2,03
Площадка под камерой волокноосаждения. Р.м. чистильщика. Р.м. электромонтера по ремонту и обслуживанию электрооборудования	4	20	$0,76 \pm 0,147$	0,08-2,49
Площадка у камеры термообработки. Р.м. слесаря-ремонтника. Р.м. слесаря по ремонту и обслуживанию систем вентиляции и кондиционирования. Р.м. газовщика. Р.м. слесаря по обслуживанию и ремонту газоиспользующего оборудования. Р.м. уборщика производственных помещений	4	12	$0,63 \pm 0,110$	0,09-1,13

теплоизоляционных изделий свидетельствуют о соответствии фактических значений температуры воздуха и относительной влажности гигиеническим нормативам на большинстве рабочих мест как в теплый, так и в холодный периоды года. Однако фиксируются единичные несоответствия допустимым значения температуры воздуха на рабочих местах. На рабочем месте оператора линии по производству минераловатных изделий значения температуры воздуха были ниже допустимых в теплый период года в 9,1% всех измерений, на рабочем месте газовщика также 20,0% измерений температуры воздуха были ниже допустимых величин в холодный период года. Превышение допустимых значений температуры воздуха в холодный период года в ходе производственного лабораторного контроля зафиксировано на рабочих местах шихтовщика (8,3% измерений), вагранщика (8,3% измерений) и чистильщика (8,3% измерений). Относительная влажность воздуха на всех рабочих местах за изученный период соответствует гигиеническим нормативам.

Результаты аттестации рабочих мест по условиям труда свидетельствуют о том, что все рабочие места цеха, за исключением рабочего места вагранщика, по параметрам микроклимата оценены классами 1 и 2. Наличие инфракрасного излучения, значительно превышающего гигиенические нормативы (от 760 до 1820 Вт/м² при различных технологических операциях), позволило оценить рабочее место вагранщика по параметрам микроклимата классом 3.1.

Значения параметров микроклимата, полученные в результате собственных исследований, также соответствуют гигиеническим нормативам на большинстве рабочих мест, но выявлены отдельные несоответствия по значениям температуры воздуха в оба периода года. Так, на рабочем месте вагранщика обнаружено значительное превышение допустимых уровней температуры воздуха (50,0% измерений) как в теплый, так и в холодный периоды года, что обусловлено выполнением рабочих операций, связанных с плавлением сырья в вагранке в непосредственной близости от печи и расплава. Значения температуры воздуха ниже допустимых величин в холодный период года на участке сортировки плит (60,0% измерений) и площадке под камерой волокноосаждения (66,7% измерений) во многом определяются внешними метеорологическими факторами и отсутствием механизмов, препятствующих проникновению холодного воздуха через транспортные ворота в цех.

Превышение допустимых значений температуры воздуха на площадке у камеры термообработки в теплый период года (61,1% измерений) также связано с технологическим процессом отверждения связующего и удаления влаги из минераловатного ковра за счет прососа теплоносителя через минераловатный ковер. По параметру «относительная влажность воздуха» все рабочие места цеха по производству теплоизоляционных изделий соответствуют санитарно-эпидемиологическим требованиям как по материалам собственных измерений, так и по результатам производственного лабораторного контроля.

Одним из значимых физических факторов производственной среды, оказывающих влияние на работников цеха и вносящих значительный вклад в формирование общей оценки условий труда, является производственный шум. Результаты комплексной гигиенической оценки условий труда показали, что эквивалентные уровни звука, рассчитанные с учетом всех основных производственных операций за смену, на рабочих местах 7 из 17 профессиональных групп не соответствуют санитарно-эпидемиологическим требованиям и превышают гигиенические нормативы на 2-14 дБА, что соответствует классу условий труда 3.1 на рабочих местах слесаря по обслуживанию и ремонту газоиспользующего оборудования (83 дБА), газовщика (83 дБА), просевщика (85,4 дБА), бункеровщика (84,4 дБА), чистильщика (82 дБА), машиниста вентиляционных и аспирационных установок (82 дБА) и классу 3.2. на рабочем месте вагранщика (94 дБА). Уровни шума на остальных рабочих местах цеха не превышают гигиенических нормативов и оценены классом 2.

Оценка тяжести и напряженности труда является неотъемлемым этапом комплексной гигиенической оценки условий труда. Установлено, что ряд трудовых операций в производстве минеральных теплоизоляционных материалов не механизирован, осуществляется в неудобных, вынужденных позах. Среди неблагоприятных факторов, обуславливающих тяжесть трудового процесса работников цеха, выявлены следующие: региональная и общая физическая динамическая нагрузка на рабочих местах сортировщика (упаковщика) теплоизоляционных материалов и смесительщика; подъем грузов с их перемещением с рабочей поверхности и пола на рабочих местах вагранщика, машиниста вентиляционных и аспирационных установок, сортировщика (упаковщика) теплоизоляционных материалов, уборщика производствен-

ных помещений, слесарей и газовщика; локальная нагрузка, связанная со стереотипными рабочими движениями, на рабочих местах вагранщика, электромонтера, шихтовщика, оператора линии по производству минераловатных изделий, слесаря-сантехника; статическая нагрузка, связанная с удержанием грузов двумя руками (рабочие места вагранщика, шихтовщика, слесаря-сантехника) и одной рукой (рабочее место электромонтера); нахождение в рабочей позе стоя на всех рабочих местах цеха от 30% до 60% времени смены; наклоны корпуса на рабочих местах вагранщика, чистильщика, смесительщика, слесаря-сантехника, уборщиков; перемещения в пространстве как по горизонтали, так и по вертикали, обусловленные большой зоной обслуживания для большинства профессий с отсутствием постоянного рабочего места. При этом показатели тяжести трудового процесса на всех рабочих местах не превышают гигиенических нормативов и условия труда по данному показателю оценены классами 1 и 2.

Оценка напряженности трудового процесса у работников цеха показала, что интеллектуальные нагрузки характеризуются необходимостью решения простых задач по инструкции, восприятием сигналов с последующей коррекцией действий и операций, отсутствием контроля за выполнением задания другими лицами (за исключением начальника цеха) и наличием установленного графика работы с отсутствием дефицита времени для выполнения трудовых операций и возможностью коррекции по ходу деятельности, что позволило отнести условия труда по данным показателям у большинства профессий работников к допустимым (класс 2).

Выраженные сенсорные нагрузки (необходимость сосредоточенного наблюдения за ходом технологического процесса, наблюдение за экранами видеотерминалов с графическим типом отображения информации) наблюдаются на рабочих местах шихтовщика и оператора линии по производству минераловатных изделий. При этом данные показатели на рабочем месте оператора оценены классом 3.2, а на рабочем месте шихтовщика находятся в пределах допустимых значений – класс 2.

Эмоциональные нагрузки на всех рабочих местах цеха связаны с ответственностью за выполнение отдельных элементов заданий, обеспечением качества основных и вспомогательных работ и оцениваются как оптимальные и допустимые соответственно.

Режим работы 10 из 17 профессий цеха (ва-

гранщика, машиниста вентиляционных и аспирационных установок, шихтовщика, бункеровщика, просевщика, оператора линии по производству минераловатных изделий, газовщика, сортировщика (упаковщика) теплоизоляционных материалов, смесительщика, начальника смены) предполагает двухсменный график с ночными сменами, что оценивается классом 3.1 (вредные первой степени). Работники остальных профессий работают по односменному графику без ночных смен – оптимальные условия труда (класс 1).

В целом условия труда у всех профессий работников цеха по напряженности трудового процесса оценены как допустимые (класс 2).

Результаты комплексной гигиенической оценки условий труда свидетельствуют о том, что условия труда на рабочих местах 16 из 17 профессиональных групп цеха не соответствуют гигиеническим нормативам и относятся к вредным, в том числе условия труда по 13 профессиональным группам соответствуют классу 3.2, 2 – классу 3.3. и 1 – классу 3.1 (табл. 3). Условия труда только у операторов линии по производству минераловатных изделий оцениваются как допустимые (класс 2), что связано с отсутствием контакта с большинством производственных факторов, источником которых является технологическое оборудование, ввиду выполнения основных трудовых операций в течение рабочей смены в изолированном помещении операторской.

Для оценки значимости влияния пылевого фактора на здоровье работников исходя из средних значений фактических концентраций пыли в воздухе рабочей зоны, объема легочной вентиляции и среднего стажа работы по профессии рассчитаны пылевые нагрузки на органы дыхания работников цеха, имеющих контакт с аэрозолями преимущественно фиброгенного действия. Ввиду того, что по результатам производственного лабораторного контроля установлены лишь единичные превышения содержания пыли на рабочих местах, средние пылевые нагрузки по всем профессиональным группам не превысили контрольные за изучаемый стаж работы и составили от 21628 мг у сортировщика (упаковщика) теплоизоляционных материалов до 122642 мг у шихтовщика. При этом за изученный стаж работы средние пылевые нагрузки работников цеха составили от 43,0% (слесари-ремонтники) до 87,5% (просевщики) от средней контрольной пылевой нагрузки (табл. 4).

Рассчитанный средний стаж работы по основным профессиональным группам составил от

Таблица 3 – Комплексная гигиеническая оценка условий труда работников цеха по производству теплоизоляционных материалов ОАО «Гомельстройматериалы»

Наименование рабочего места	Факторы производственной среды и трудового процесса								Общая оценка условий труда
	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. просеивщика	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

6,7±0,75 года для сортировщиков (упаковщиков) теплоизоляционных материалов до 14,5±3,18 года для газовщиков, что характеризует коллектив цеха как стажированный с небольшой сменяемостью кадрового состава.

Оценка достижения среднего допустимого стажа работы в зависимости от уровней пылевых нагрузок показала следующее. Средний стаж работы по основным профессиональным группам составил от 12,3% до 46,4% от среднего допустимого стажа работы в контакте с аэрозолем преимущественно фиброгенного действия, рассчитанного на основании средних пылевых нагрузок (табл. 5). Однако обнаружены превышения допустимого стажа работы по отдельным работникам цеха: бункеровщик с превышением допустимого стажа работы на 8,1 года, шихтовщики с превышением допустимого стажа работы на 8,9 года и 5,9 года.

Заключение

На основании гигиенической оценки фак-

торов производственной среды и трудового процесса работников, имеющих контакт с аэрозолями искусственных минеральных волокон, проведенной с использованием данных производственного лабораторного контроля, собственных измерений параметров факторов, комплексной гигиенической оценки условий труда, сделаны следующие выводы:

1. Производство теплоизоляционных материалов на основе базальтового волокна характеризуется выраженным воздействием вредных химических веществ, обладающих односторонним типом действия на организм работающих. Условия труда персонала на большинстве рабочих мест цеха теплоизоляционных материалов по пылевому фактору соответствуют допустимым значениям, содержание искусственных минеральных волокон в воздухе рабочей зоны по показателям массы взвешенных частиц также не превышает гигиенических нормативов. Оценка содержания отдельных химических веществ и пылей в воздухе рабочей зоны цеха демонстри-

Таблица 4 – Пылевые нагрузки у работников разных профессий цеха по производству теплоизоляционных материалов ОАО «Гомельстройматериалы»

Профессия	Кол-во работников	ПДК, мг/м ³	Фактическая концентрация, мг/м ³	Средняя пылевая нагрузка, мг	Контрольная средняя пылевая нагрузка, мг	% от контрольной средней пылевой нагрузки
Бункеровщик	15	6,0	5,02±0,073	119546	142884	83,7
Газовщик	4	4,0	1,77±0,035	45273	102312	44,3
Просевщик	11	6,0	5,25±0,082	87053	99490	87,5
Шихтовщик	13	6,0	5,15±0,078	122642	142884	85,8
Вагранщик	23	4,0	1,89±0,021	31339	66326	47,3
Сортировщик (упаковщик) теплоизоляционных материалов	46	4,0	1,83±0,023	21628	47275	45,8
Чистильщик	18	4,0	1,90±0,023	36197	76205	47,5
Машинист вентиляционных и аспирационных установок	5	4,0	1,82±0,029	43663	95962	45,5
Слесарь-ремонтник	26	4,0	1,72±0,038	35499	82555	43,0
Слесарь по обслуживанию и ремонту газоиспользующего оборудования	4	4,0	1,92±0,028	27095	56448	48,0

Таблица 5 – Допустимый стаж работы работников цеха по производству теплоизоляционных материалов ОАО «Гомельстройматериалы»

Профессия	Кол-во работников	Средний стаж, лет $M \pm m$	% от среднего допустимого стажа	min % от допустимого стажа	max % от допустимого стажа	Кол-во работников с превышением допустимого стажа
Бункеровщик	15	13,5±2,55	45,2	3,3	127,2	1
Газовщик	4	14,5±3,18	25,7	19,5	42,5	0
Просевщик	11	9,4±2,03	32,9	7,0	91,0	0
Шихтовщик	13	13,5±3,21	46,4	10,3	130,5	2
Вагранщик	23	9,4±1,03	17,8	1,9	43,5	0
Сортировщик (упаковщик) теплоизоляционных материалов	46	6,7±0,75	12,3	1,8	43,9	0
Чистильщик	18	10,8±1,93	20,5	3,8	64,6	0
Машинист вентиляционных и аспирационных установок	5	13,6±4,65	24,8	3,6	47,3	0
Слесарь-ремонтник	26	11,7±1,65	20,1	1,7	67,1	0
Слесарь по обслуживанию и ремонту газоиспользующего оборудования	4	8,0±2,35	15,4	1,9	21,1	0

рует лишь единичные превышения содержания пыли кремнийсодержащей, фенола, формальдегида и диоксида железа на отдельных рабочих местах. При этом значения коэффициентов суммации вредных веществ в воздухе рабочей зоны для большинства рабочих мест превышают 1 в различных вариантах комбинации веществ,

что относит условия труда по химическому фактору к вредным (классы 3.1, 3.2, 3.3) и требует разработки мер профилактики.

2. Параметры микроклимата на большинстве рабочих мест производства теплоизоляционных материалов на основе базальтового волокна соответствуют гигиеническим нормативам.

Однако фиксируются единичные несоответствия значений температуры воздуха на отдельных рабочих местах, связанные с использованием технологий плавки и термообработки в производственном процессе, а также с отсутствием конструктивных решений, предотвращающих попадание атмосферных воздушных масс через транспортные ворота цеха.

3. Эквивалентные уровни звука на рабочих местах производства теплоизоляционных материалов на основе искусственных минеральных волокон у семи 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.

4. Тяжесть трудового процесса основных профессий производства теплоизоляционных материалов на основе искусственных минеральных волокон определяется в основном 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.

5. Результаты комплексной гигиенической оценки условий труда свидетельствуют о том, что условия труда на рабочих местах 16 из 17 профессиональных групп работников цеха условия труда не соответствуют гигиеническим нормативам и относятся к вредным, 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. При этом основной вклад в формирование общей оценки условий труда на большинстве рабочих мест цеха вносят химический фактор, содержание пылей и аэрозолей преимущественно фиброгенного действия в воздухе рабочей зоны и производственный шум.

6. Пылевые нагрузки по всем профессиональным группам производства теплоизоляционных материалов на основе базальтового волокна

не превышают контрольные за изученный стаж работы и составляют от 43,0% до 87,5% от средней контрольной пылевой нагрузки. Средний стаж работы по профессиональным группам составил от 12,3% до 46,4% от среднего допустимого стажа работы. Однако обнаружены превышения допустимого стажа работы в контакте с кремнийсодержащей пылью по отдельным работникам цеха, которые составили от 5,9 до 8,9 года.

Литература

1. Chrysotile asbestos / World Health Organization. – Geneva : WHO Press, 2014. – 52 p.
2. Промышленность Республики Беларусь : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2013. – 264 с.
3. Промышленность Республики Беларусь : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2018. – 193 с.
4. Cytotoxic and oxidative effects induced by man-made vitreous fibers (MMVFs) in a human mesothelial cell line / D. Cavallo [et al.] // Toxicology. – 2004 Sep. – Vol. 201, N 1/3. – P. 219–229.
5. Occupational exposure to mineral fibres. Biomarkers of oxidative damage and antioxidant defence and associations with DNA damage and repair / M. Staruchova [et al.] // Mutagenesis. – 2008 Jul. – Vol. 23, N 4. – P. 249–260.
6. Kudo, Y. Safety Evaluation of Rock Wool after Nasal Inhalation in Rats / Y. Kudo, Y. Aizawa // Ind. Health. – 2011. – Vol. 49, N 1. – P. 47–55.
7. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans / World Health Organization, International agency for research on cancer. – Lyon : IARC Press, 2002. – Vol. 81 : Man-made Vitreous Fibres. – 430 p.
8. Nielsen, G. D. Insulation fiber deposition in the airways of men and rats. A review of experimental and computational studies / G. D. Nielsen, I. K. Koponen // Regul. Toxicol. Pharmacol. – 2018 Apr. – Vol. 94. – P. 252–270.
9. Gualtieri, A. F. Towards a quantitative model to predict the toxicity/pathogenicity potential of mineral fibers / A. F. Gualtieri // Toxicol. Appl. Pharmacol. – 2018 Dec. – Vol. 361. – P. 89–98.
10. Кундиев, Ю. И. Профессиональный рак: злокачественная мезотелиома / Ю. И. Кундиев, Д. В. Варивончик. – Киев : Авицена, 2015. – 192 с.
11. Fireman, E. Man-made mineral fibers and interstitial lung diseases / E. Fireman // Curr. Opin. Pulm. Med. – 2014 Mar. – Vol. 20, N 2. – P. 194–198.
12. Lung cancer and exposure to man-made vitreous fibers: results from a pooled case-control study in Germany / H. Pohlmann [et al.] // Am. J. Ind. Med. – 2000 May. – Vol. 37, N 5. – P. 469–477.
13. Regulatory risk assessment approaches for synthetic mineral fibres / P. Harrison [et al.] // Regul. Toxicol. Pharmacol. – 2015 Oct. – Vol. 73, N 1. – P. 425–441.
14. Еловская, Л. Т. О дальнейшем совершенствовании санитарного законодательства в области профилактики профессиональных заболеваний пылевой этиологии / Л. Т. Еловская // Медицина труда и пром. экология. – 2010. – № 5. – С. 41–45.
15. Асбест. Экономическая оценка запретов и сокращения

производства и потребления [Электронный ресурс] / L. P. Allen [и др.]. – Копенгаген, 2017. – 54 с. – Режим доступа: <https://www.euro.who.int/ru/publications/abstracts/asbestos-economic-assessment-of-bans-and-declining-production-and-consumption-2017>. – Дата доступа: 24.06.2020.

16. Ross, C. S. Вредное воздействие на здоровье искусственных волокон // Энциклопедия [МОТ] по охране и безопасности труда [Электронный ресурс] / C. S. Ross, J. E. Lockety. – Режим доступа: <http://base.safework.ru/iloenc?print&nd=857400205&spack=110LogLength=0>. – Дата доступа: 06.08.2019.
17. Composition, Respirable Fraction and Dissolution Rate of 24 Stone Wool MMVF with their Binder / W. Wohlleben [et al.] // Part. Fibre Toxicol. – 2017. – Vol. 14. – Art. 29.
18. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны : гигиен. норматив : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 11 окт. 2017 г., № 92 : с доп., утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 22 дек. 2017 г. № 112 : с доп., утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 5 янв. 2018 г. № 4 // Консультант Плюс : Беларусь [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.
19. Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки : санитар. нормы, правила и гигиен. нормативы : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 16 нояб. 2011 г., № 115 // Гигиена труда : сб. норматив. док. / Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья, Респ. науч.-практ. центр гигиены. – Минск, 2014. – Вып. 15. – С. 38–56.
20. Естественное и искусственное освещение : строит. нормы проектирования = Натуральные і штучнае асвятленне : буд. нормы праектавання : ТКП 45-2.04-153-2009

(02250). – Введ. 2010-01-01 (с отменой СНБ 2.04.05-98). – Изд. офиц. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2010. – 100 с.

21. Измерение концентрации аэрозолей преимущественно фиброгенного действия : метод. указ. № 4436-87 : утв. М-вом здравоохранения СССР 18.11.1987. – Москва, 1988. – 28 с.
22. Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях : санитар. нормы и правила : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 30 апр. 2013 г., № 33 // Гигиена труда : сб. норматив. док. / Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья, Респ. науч.-практ. центр гигиены. – Минск, 2013. – Вып. 14. – С. 4–12.
23. Показатели микроклимата производственных и офисных помещений : гигиен. нормативы : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 30 апр. 2013 г., № 33 // Гигиена труда : сб. норматив. док. / Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья, Респ. науч.-практ. центр гигиены. – Минск, 2013. – Вып. 14. – С. 13–16.
24. Гигиеническая оценка характера трудовой деятельности по показателям тяжести и напряженности труда : инструкция по применению № 027–1212 : утв. 13 июня 2013 г. // Гигиена труда : сб. норматив. док. / Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья, Респ. науч.-практ. центр гигиены. – Минск, 2013. – Вып. 13. – С. 57–83.
25. Гигиеническая классификация условий труда : санитар. нормы и правила : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 28 дек. 2012 г., № 211 // Гигиена труда : сб. норматив. док. / Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья, Респ. науч.-практ. центр гигиены. – Минск, 2013. – Вып. 13. – С. 4–56.

Поступила 18.02.2020 г.

Принята в печать 10.08.2020 г.

References

1. World Health Organization. Chrysotile asbestos. Geneva: WHO Press; 2014. 52 p.
2. Nats stat kom Resp Belarus'. Industry of the Republic of Belarus: stat sb. Minsk, RB; 2013. 264 p. (In Russ.)
3. Nats stat kom Resp Belarus'. Industry of the Republic of Belarus: stat sb. Minsk, RB; 2018. 193 p. (In Russ.)
4. Cavallo D, Campopiano A, Cardinali G, Casciardi S, De Simone P, Kovacs D, et al. Cytotoxic and oxidative effects induced by man-made vitreous fibers (MMVFs) in a human mesothelial cell line. Toxicology. 2004 Sep;201(1-3):219-29. doi: 10.1016/j.tox.2004.04.017
5. Staruchova M, Collins AR, Volkovova K, Mislanová C, Kovacikova Z, Tulinska J, et al. Occupational exposure to mineral fibres. Biomarkers of oxidative damage and antioxidant defence and associations with DNA damage and repair. Mutagenesis. 2008 Jul;23(4):249-60. doi: 10.1093/mutage/gen004
6. Kudo Y, Aizawa Y. Safety Evaluation of Rock Wool after Nasal Inhalation in Rats. Ind Health. 2011;49(1):47-55. doi: 10.2486/indhealth.ms1146
7. World Health Organization, International agency for research on cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Lyon: IARC Press; 2002. Vol

81: Man-made Vitreous Fibres. 430 p.

8. Nielsen GD, Koponen IK. Insulation fiber deposition in the airways of men and rats. A review of experimental and computational studies. Regul Toxicol Pharmacol. 2018 Apr;94:252-270. doi: 10.1016/j.yrtph.2018.01.021
9. Gualtieri AF. Towards a quantitative model to predict the toxicity/pathogenicity potential of mineral fibers. Toxicol Appl Pharmacol. 2018 Dec;361:89-98. doi: 10.1016/j.taap.2018.05.012
10. Kundiev YuI, Varivonchik DV. Occupational Cancer: Malignant Mesothelioma. Kiev, Ukraine: Avitsena; 2015. 192 p. (In Russ.)
11. Fireman E. Man-made mineral fibers and interstitial lung diseases. Curr Opin Pulm Med. 2014 Mar;20(2):194-8. doi: 10.1097/MCP.0000000000000035
12. Pohlmann H, Jöckel KH, Brüske-Hohlfeld I, Möhner M, Ahrens W, Bolm-Audorff U, et al. Lung cancer and exposure to man-made vitreous fibers: results from a pooled case-control study in Germany. Am J Ind Med. 2000 May;37(5):469-77. doi: 10.1002/(sici)1097-0274(200005)37:5<469::aid-ajim3>3.0.co;2-d
13. Harrison P, Holmes P, Bevan R, Kamps K, Levy L, Greim H. Regulatory risk assessment approaches for synthetic mineral fibres. Regul Toxicol Pharmacol. 2015 Oct;73(1):425-41. doi: 10.1016/j.yrtph.2015.07.029

14. Elovskaya LT. On further improvement of sanitary legislation in the field of prevention of occupational diseases of dust etiology. *Meditsina Truda Prom Ekologiya*. 2010;(5):41-5. (In Russ.)
15. Allen LP, Baez J, Stern MEC, George F. Asbestos. Economic assessment of bans and reductions in production and consumption [Elektronnyi resurs]. Copenhagen, Denmark; 2017. 54 p. Rezhim dostupa: <https://www.euro.who.int/ru/publications/abstracts/asbestos-economic-assessment-of-bans-and-declining-production-and-consumption-2017>. Data dostupa: 24.06.2020. (In Russ.)
16. Ross CS, Lockey JE. Harmful effects on the health of artificial fibers. V: *Entsiklopediia [MOT] po okhrane i bezopasnosti truda [Elektronnyi resurs]*. Rezhim dostupa: <http://base.safework.ru/iloenc?print&nd=857400205&spack=110LogLength=0>. Data dostupa: 06.08.2019. (In Russ.)
17. 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. Part Fibre Toxicol. 2017;14(Art 29). doi: 10.1186/s12989-017-0210-8
18. Maximum allowable concentrations of harmful substances in the air of the working area: higieny normativy: postanovlenie M-va zdravookhraneniia Resp Belarus', 11 okt 2017 g, № 92: s dop, utv postanovleniem M-va zdravookhraneniia Resp Belarus' 22 dek 2017 g. № 112 : s dop, utv postanovleniem M-va zdravookhraneniia Resp Belarus' 5 ianv. 2018 g. № 4. V: OOO «Iurspekt», Nats tsentr pravovoi inform Resp Belarus'. Konsul'tant Plius: Belarus' [Elektronnyi resurs]. Minsk, RB; 2020. (In Russ.)
19. Noise at workplaces, in vehicles, in residential, public buildings and residential areas: sanitarny, pravila i higieny normativy: postanovlenie M-va zdravookhraneniia Resp Belarus', 16 noiab 2011 g, № 115. V: Resp tsentr gigieny, epidemiologii i obshchestv zdorov'ia, Resp nauch-prakt tsentr gigieny. Gigiena truda: sb normativ dok. Minsk, RB; 2014. Vyp 15. P. 38-56. (In Russ.)
20. Natural and artificial lighting: stroit normy proektirovaniia = Natural and artificial lighting: bud normy praektavannia: TKP 45-2.04-153-2009 (02250). Vved 2010-01-01 (s otmenoi SNB 2.04.05-98). Izd ofits. Minsk, RB: M-vo arkhitektury i str-va Resp Belarus'; 2010. 100 p. (In Russ.)
21. Measurement of aerosol concentration predominantly fibrogenic: metod ukaz № 4436-87: utv M-vom zdravookhraneniia SSSR 18.11.1987. Moscow, RF; 1988. 28 p. (In Russ.)
22. Climate requirements for workplaces in industrial and office premises: sanitarny normy i pravila: postanovlenie M-va zdravookhraneniia Resp Belarus', 30 apr 2013 g, № 33. V: Resp tsentr gigieny, epidemiologii i obshchestv zdorov'ia, Resp nauch-prakt tsentr gigieny. Gigiena truda: sb normativ dok. Minsk, RB; 2013. Vyp 14. P. 4-12. (In Russ.)
23. Indices of microclimate of industrial and office premises: postanovlenie M-va zdravookhraneniia Resp Belarus', 30 apr 2013 g, № 33. V: Resp tsentr gigieny, epidemiologii i obshchestv zdorov'ia, Resp nauch-prakt tsentr gigieny. Gigiena truda: sb normativ dok. Minsk, RB; 2013. Vyp 14. P. 13-16. (In Russ.)
24. Hygienic assessment of the nature of work in terms of severity and intensity of labor: instrukttsiia po primeneniiu № 027-1212: utv 13 iunია 2013 g. V: Resp tsentr gigieny, epidemiologii i obshchestv zdorov'ia, Resp nauch-prakt tsentr gigieny. Gigiena truda: sb normativ dok. Minsk, RB; 2013. Vyp 13. P. 57-83. (In Russ.)
25. Hygienic classification of working conditions: sanitarny normy i pravila: postanovlenie M-va zdravookhraneniia Resp Belarus', 28 dek 2012 g, № 211. V: Resp tsentr gigieny, epidemiologii i obshchestv zdorov'ia, Resp nauch-prakt tsentr gigieny. Gigiena truda: sb normativ dok. Minsk, RB; 2013. Vyp 13. P. 4-56. (In Russ.)

Submitted 18.02.2020

Accepted 10.08.2020

Сведения об авторах:

Гутич Е.А. – заведующий научно-организационным отделом, младший научный сотрудник лаборатории гигиены труда, Научно-практический центр гигиены,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1910-6556>;
Косяченко Г.Е. – д.м.н., доцент, главный научный сотрудник лаборатории гигиены труда, Научно-практический центр гигиены,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7343-8028>.

Information about authors:

Hutsich K.A. – head of the Scientific Organization Department, associate research officer of the Occupational Hygiene Laboratory, Scientific-Practical Centre of Hygiene,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1910-6556>;
Kosiachenko G.E. – Doctor of Medical Sciences, associate professor, principal research officer of the Occupational Hygiene Laboratory, Scientific-Practical Centre of Hygiene,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7343-8028>.

Адрес для корреспонденции: Республика Беларусь, 220012, г. Минск, ул. Академическая, 8, Научно-практический центр гигиены, научно-организационный отдел. E-mail: ekhutsich@gmail.com – Гутич Екатерина Андреевна.

Correspondence address: Republic of Belarus, 220012, Minsk, 8 Akademicheskaya str., Scientific-Practical Centre of Hygiene, Scientific Organization Department. E-mail: ekhutsich@gmail.com – Katsiaryna A. Hutsich.