

Копытенкова О.И.¹, Турсунов З.Ш.², Леванчук А.В.³, Мироненко О.В.³, Фролова Н.М.¹, Сазонова А.М.⁴

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА В ОТДЕЛЬНЫХ ПРОФЕССИЯХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург;

²Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, 100167, Ташкент;

³ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, 191015, Санкт-Петербург;

⁴ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», 190031, Санкт-Петербург

Введение. Развитие строительной отрасли сопровождается использованием новых технологий и строительных материалов. Найдено широкое применение материалам на основе минеральных ват (МВ). В статье представлены результаты исследования факторов производственной среды и определения безвредного для здоровья стажа работы на основе расчёта риска здоровью для рабочих, имеющих контакт с МВ.

Материал и методы. Для количественной оценки загрязнения воздуха рабочей зоны на строительной площадке осуществлялся отбор проб с помощью аспиратора и пылемера. Для определения химического состава пыли использовали атомно-абсорбционный метод с помощью спектрофотометра. Статистический анализ и математическое моделирование проведены с использованием стандартного пакета программ Microsoft Excel, STADIA.

Результаты. Разработана таблица экспресс-оценки риска здоровья работников, имеющих контакт с МВ. Риск утраты здоровья определён как «Высокий» ($R = 11.3$). Обсуждение. Условия труда при выполнении теплоизоляционных работ при облицовке фасадов с использованием МВ классифицируются как вредные (класс 3.2) по содержанию пыли в воздухе рабочей зоны. В процессе исследования в воздухе обнаружена крупнодисперсная и мелкодисперсная пыль. Представлены данные по изменению концентрации пыли в зависимости от влажности воздуха и концентрации пылевых частиц различной дисперсности на различном расстоянии от места проведения работ. Представлен химический состав пыли, установлено наличие тяжёлых металлов. Построены зависимости для определения безвредной продолжительности рабочего стажа под воздействием различной концентрации пыли и продолжительности контакта.

Заключение. На основе проведённых исследований для совершенствования правового обеспечения в области гигиены и охраны труда предложен ряд мероприятий для работников, занятых на работах с использованием МВ.

Ключевые слова: строительная отрасль; условия труда; пылевая нагрузка; тяжёлые металлы; риск здоровью.

Для цитирования: Копытенкова О.И., Турсунов З.Ш., Леванчук А.В., Мироненко О.В., Фролова Н.М., Сазонова А.М. Гигиеническая оценка условий труда в отдельных профессиях строительных организаций. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(12): 1203-1209. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1203-1209>

Для корреспонденции: Копытенкова Ольга Ивановна, доктор мед. наук, профессор, гл. науч. сотр. отдела гигиены ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора. E-mail: 5726164@mail.ru

Kopytenkova O.I.¹, Tursunov Z.Sh.², Levanchuk A.V.³, Mironenko O.V.³, Frolova N.M.¹, Sazonova A.M.⁴

THE HYGIENIC ASSESSMENT OF THE WORKING ENVIRONMENT IN INDIVIDUAL OCCUPATIONS IN BUILDING ORGANIZATIONS

¹North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation;

²Tashkent Railway Engineering Institute, Tashkent, 100167, Uzbekistan;

³I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, 191015, Saint-Petersburg, Russian Federation;

⁴Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Saint-Petersburg, 190031, Russian Federation

Introduction. The development of the construction industry is accompanied by the use of new technologies and building materials. Materials based on mineral wool (MW) became to be widely used. The article presents the results of the study of working environment factors and the determination of the safe for health work experience based on the health risk calculation for workers in contact with MW.

Material and methods. To quantify the air pollution of the working area at the construction site, samples were taken using an aspirator and a dust meter. An absorption method using a spectrophotometer was used to determine the chemical composition of the dust. Statistical analysis and mathematical modeling were carried out using a standard software package Microsoft Excel, STADIA.

Results. A table for the rapid health risk assessment of workers in contact with MW was developed. The risk of health loss is determined as "High" ($R = 11.3$).

Discussion. Working conditions under the performance of heat-insulating works at facades cladding with the use of MW are classified as harmful (class 3.2) on the dust content in working zone air. In the course of the study, coarse dust and fine dust were found in the air. The data on the change of the dust concentration depending on air humidity, the concentration of dust particles of different dispersion at different distances from the place of work is presented. The chemical composition of dust is presented, the presence of heavy metals is established. Dependences for the determination of safe for health work experience under the influence of the various concentration of dust and the duration of contact are constructed.

Conclusions. *On the basis of the research to improve the legal support in the field of occupational health and safety, a number of activities for workers engaged in work with the use of MW are proposed.*

Key words: *construction industry; working conditions; dust load; heavy metals; health risk.*

For citation: Kopytenkova O.I., Tursunov Z.Sh., Levanchuk A.V.³ Mironenko O.V., Frolova N.M., Sazonova A.M. The hygienic assessment of the working environment in individual occupations in building organizations. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018, 97(12): 1203-1209. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1203-1209>

For correspondence: Olga I. Kopytenkova, MD, Ph.D., DSci., Prof., chief researcher of the Department of hygiene of the North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: 5726164@mail.ru

Information about authors:

Kopytenkova O.I. <http://orcid.org/0000-0003-3557-2255>; Levanchuk A.V., <https://orcid.org/0000-0003-2062-7401>; Frolova N.M., <http://orcid.org/0000-0001-6973-6479>; Sazonova A.M., <http://orcid.org/0000-0002-9388-978X>.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Received: 05 September 2018

Accepted: 20 December 2018

Введение

Реформа пенсионной системы в России, устанавливающая повышение пенсионного возраста, а также реализация Глобального плана действий по охране здоровья работающих (Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), 2007 г.) предусматривают предотвращение ухудшения состояния здоровья, связанного с профессиональной деятельностью. Обеспечение здоровой и безопасной производственной среды является одной из задач, принятой в конце XX века стратегии «Здоровье для всех в XXI веке». Вместе с тем решение проблемы сокращения случаев утраты или ухудшений здоровья работающих может быть достигнуто только при наличии методической базы для определения риска утраты здоровья и темпа развития негативных процессов.

По данным Росстата, в 2016 году в Российской Федерации в строительных организациях было занято 6231 тыс. человек (в том числе 4486 тыс. мужчин и 715 тыс. женщин), что составляет 8,6% от всей численности работающих. За период с 2000 по 2015 г. доля работающих во вредных условиях труда увеличилась с 10,1 до 37,4%. Вредные условия труда могут являться причиной производственно обусловленных и профессиональных заболеваний и повлечь значительные расходы государства и работодателей, а также привести к сокращению периода трудоспособного возраста.

В строительной отрасли в последнее время постоянно увеличивается использование материалов на основе минеральных ват (МВ) для тепло- и звукоизоляции [1]. Использование этих материалов является дополнительным источником вредных производственных факторов за счёт поступления в воздух рабочей зоны мелкодисперсной пыли (PM_{10} и $PM_{2,5}$). Риск утраты здоровья работающих в контакте с МВ изучен недостаточно. Для снижения риска здоровью работающих при использовании в технологическом процессе МВ необходимо определить продолжительность стажа работы, не оказывающего неблагоприятное действие на здоровье работающих, на основе комплексной оценки факторов производственной среды.

Цель работы – определить зависимости продолжительности безвредного для здоровья работающих стажа работы с использованием материалов из МВ от различной интенсивности факторов производственной среды (на основе расчёта риска здоровью работающих).

Материал и методы

Исследования проведены на строительной площадке жилого комплекса. Для количественной оценки загрязнения воздуха рабочей зоны был осуществлён отбор проб

на протяжении 8 ч аспиратором АВА-3-180-001А со скоростью 25 л/мин на фильтры АФА-ВП-10. Концентрации PM_{10} и $PM_{2,5}$ в воздухе рабочей зоны определялись пылемером модели ОМПП-10.0. Химический состав пыли (измерение массовой доли тяжёлых металлов) определяли атомно-абсорбционным методом с помощью спектрофотометра «Квант-2А» с генератором ртутно-гидридным ГРГ-107 по М-МВИ-80-2001. Статистический анализ, математическое моделирование проведены с использованием стандартного пакета программ Microsoft Excel, STADIA.

Результаты

На основе учёта пылевой нагрузки мелкодисперсной пыли в рабочее и вне рабочее время рассчитан реальный риск возникновения не только патологии верхних дыхательных путей (традиционно исследуемой при воздействии пыли), но и патологии сердечно-сосудистой системы (ССС) у работающих в контакте с МВ [2].

В настоящее время существует значительное количество методов оценки профессионального риска, которые регламентированы международными и Российскими нормативными документами. Наиболее широкое распространение имеют методика, разработанная в НИИ медицины труда РАМН под руководством Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова, методика оценки рисков, рекомендованная Международной организацией труда (МОТ) для стран Центральной Азии и Восточной Европы и методика расчёта индивидуального профессионального риска с учётом условий труда и состояния здоровья работника. Однако применение широко распространённых методик оценки профессионального риска ограничено трудностью получения достоверной информации о реальных уровнях профессиональной и производственно обусловленной заболеваемости¹ [3–5].

Применение методик оценки эволюционного риска здоровью², учитывающего дополнительно возрастные изменения организма работающих, позволили разработать таблицу для оценки риска здоровью (табл. 1) [6, 7] и обосновать мероприятия, направленные на обеспечение безопасности труда [8]. Характеристика риска патологии СССР при работе в условиях воздействия мелкодисперсной пыли МВ представлена в табл. 1.

¹ Методика расчёта индивидуального профессионального риска в зависимости от условий труда и состояния здоровья работника. Методические рекомендации (утв. Председателем Научного совета 45 Минздравсоцразвития России и РАМН «Медико-экологические проблемы здоровья работающих 23.06.2011 г.).

² МР 2.1.10.0062–12 «Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей».

Таблица 1

Характеристика риска патологии ССС при работе в условиях воздействия мелкодисперсной пыли МВ (PM10 и PM2,5)

Превышение ПДКс.с.*	Продолжительность стажа, годы		
3	20	21–31	32 и более
4	6	7–18	19 и более
5	До 4	5–10	11 и более
6 и более	До 2	3–4	5 и более
Риск	Умеренный	Высокий	Очень высокий

Примечание. * – в качестве ПДКс.с. (среднесменная) (ввиду её отсутствия) при расчётах использована ПДКм.р. (максимально разовая) для атмосферного воздуха³.

При использовании трёхуровневой шкалы оценки значимости рисков теплоизоляционных работ в контакте с МВ^{4,5} риск утраты здоровья определён как «высокий» ($R = 11,3$).

Время контакта с вредными и опасными факторами подлежит корректировке. Откорректированный режим труда позволит создать условия, по результатам специальной оценки рабочих мест, соответствующие классу «допустимые». Это, в свою очередь, будет полностью соответствовать требованиям ISO 9001:2000 «Система менеджмента качества» и OHSAS 18001 «Система управления охраной труда и промышленной безопасностью» и с высокой долей вероятности не будет оказывать негативного влияния на здоровье работающих. Используемый подход позволит обосновывать необходимые затраты времени на выполнение работ, отличающихся гигиеническими характеристиками, и соблюсти гигиенические требования при работах, связанных с применением МВ.

Обсуждение

По прогнозам, объёмы жилищного строительства в России будут увеличиваться ежегодно – от 63 млн м² в 2011 г. до 145 млн м² в 2020 г.

В настоящее время строительство промышленных зданий, сооружений и установок, жилых и общественных зданий связано с широким использованием МВ в качестве основы тепловой и звуковой изоляции. В связи с этим наблюдается рост производства данной продукции как в Российской Федерации, так и за рубежом. Среднемесячный объём производства и потребления МВ увеличился в среднем с 700 тыс. м³ в 2010 г. до 1380 тыс. м³ в 2016 г.

В строительной отрасли по сравнению с другими отраслями наблюдается большая доля рабочих мест, не соответствующих гигиеническим нормативам по уровню вибрации, шума, запылённости воздуха рабочей зоны крупнодисперсной пылью, по тяжести трудового процесса [9–14]. Право на дополнительный отпуск в строительной отрасли, на примере Санкт-Петербурга, имеют 24,85% работающих, право на досрочное назначение трудовой пенсии – 10,46% работающих.

³ ГН 2.1.6.3492–17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений».

⁴ ГОСТ Р 12.0.007–2009 «Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию».

⁵ ГОСТ Р 12.0.010–2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков».

Сведения о загрязнённости воздуха рабочей зоны мелкодисперсной пылью МВ имеют ограниченный характер. Нормативы мелкодисперсной пыли в воздухе рабочей зоны в России отсутствуют [15–17].

На основе гигиенической оценки условий труда при выполнении теплоизоляционных работ при облицовке фасадов и при обработке коммуникаций получены данные, позволяющие классифицировать условия труда как вредные (3 класс 2 степень) по содержанию пыли (в том числе мелкодисперсной PM₁₀ и PM_{2,5}) в воздухе рабочей зоны.

Состав аэрозоля зависит от материала обрабатываемой поверхности, применяемых строительных смесей, абразивного материала, используемого в механическом инструменте^{6,7,8,9,10}.

При обработке кирпичной кладки, бетонных перекрытий (при подготовке поверхностей для теплоизоляционных работ и последующего применения МВ) в воздух рабочей зоны выделяются аэрозоли ($C_{м.р.}$ – максимальная разовая концентрация/ $C_{с.с.}$ – среднесменная концентрация) ($C_{м.р.}/C_{с.с.}$): кремнийсодержащие аэрозоли с содержанием свободного диоксида кремния: от 10–70% (ПДК 6/2 мг/м³) до 10% (ПДК -/4 мг/м³); силикатсодержащие пыли, силикаты алюмосиликаты: высокоглиноземистая глина, цемент, оливин, апатит, глина, шамот каолиновый (ПДК -/8 мг/м³).

При обработке стен отделочными материалами поверхностей со специальным назначением, перетирке и зачистке строительных поверхностей определяются пыль известняка (ПДК -/6 мг/м³), искусственные минеральные волокна (стекловолокно, стекловата, вата минеральная и шлаковая), кремнийсодержащие волокна; при среднесменной концентрации респираторных волокон 1 в/мл и более (ПДК 4/1 мг/м³) искусственные минеральные волокна (стекловолокно, стекловата, вата минеральная и шлаковая), кремнийсодержащие волокна; при среднесменной концентрации респираторных волокон менее 1 в/мл (ПДК 6/2 мг/м³).

Обработка рабочих поверхностей, как правило, ведётся механическим инструментом с использованием дисков из электрокорунда (ПДК -/6 мг/м³). Кроме этого в состав МВ, производимой из шихты, входят муллитовые (не волокнистые) огнеупоры (ПДК 8/4 мг/м³), высокоглинозёмистая огнеупорная глина, цемент, оливин, апатит, глина, шамот каолиновый (ПДК -/8 мг/м³), силикаты стеклообразные вулканического происхождения (туфы, пемза, перлит) ПДК – 8/4 мг/м³ [18].

До 1988 г. МВ классифицировались как «возможно канцерогенные для человека» (группа 2В). Некоторые авторы считают, что доказательств канцерогенности МВ для организма человека недостаточно. Вместе с тем, согласно директиве ЕС (декабрь 1997 г.), МВ рассматривается как раздражающее вещество (ирритант), относящееся ко 2 (потенциально опасно) или 3 (недостаточно данных для надёжной оценки) группе канцерогенной опасности в зависимости от содержания оксидов щелочных и щелочно-земельных металлов и размера волокон.

⁶ ГОСТ 21880–2011 «Маты из минеральной ваты прошивные теплоизоляционные. Технические условия». теплоизоляционные. Технические условия».

⁷ ГОСТ 4640–2011 «Вата минеральная. Технические условия».

⁸ ГОСТ 31913–2011 (EN ISO 9229:2007). «Материалы и изделия теплоизоляционные. Термины и определения».

⁹ ГОСТ 9573–2012 «Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные. Технические условия».

¹⁰ МУ 1.2.1796–03 «Гигиеническая оценка и экспертиза материалов и товаров, содержащих природные и искусственные минеральные волокна».

По данным IARC в 2001 г. стеклянная (из непрерывного стекловолокна), каменная и шлаковая вата отнесены к группе 3 по степени канцерогенной опасности. Для МВ из этих материалов отсутствуют достаточные доказательства канцерогенности для человека, свидетельства в пользу канцерогенности для животных ограничены. МВ, изготовленная из огнеупорных керамических волокон и из некоторых видов прерывного стекловолокна, отнесена к группе 2В по степени опасности (существуют обоснованные данные, подтверждающие канцерогенность для животных).

Коллективная экспертиза INSERM утверждает, что существование повышенного риска возникновения рака лёгких является правдоподобным, но не является окончательным, вместе с тем возможность возникновения рака верхней части пищеварительного тракта не может быть исключена.

С 2002 г. при оценке канцерогенного эффекта IARC классифицирует МВ как неканцерогенные для человека (группа 3). В то же время Wardenbach P. и др. (2005) [19] считают аргументы IARC неубедительными. Кроме того, ACGIH классифицирует МВ как вещества, канцерогенный эффект которых исключить нельзя, так как в эксперименте на животных такой эффект был зафиксирован (группа А3). По данным ATSDR, материалы исследования условий труда работников, участвующих в производстве МВ и шлаковой ваты обеспечивают адекватность доказательств их канцерогенности для человека [20, 21].

Торинка J. и др. (2006) [22] выявили увеличение частоты мутаций клеток лёгких через 16 недель после окончания однократного и многократного интратрахеального введения МВ лабораторным животным. Авторы наблюдали также увеличение поломки ДНК в макрофагах и эпителиальных клетках лёгких. Qi-en WANG и Hart G.A., Kováčiková Z. и др. (1999) [23] также выявили поражение ДНК при контакте с МВ.

Для улучшения физико-механических свойств МВ используют связующие вещества. В качестве органических связующих используют нефтяные битумы, крахмал и синтетические смолы. В качестве неорганических связующих используют растворимое стекло, цемент и редко глины. В качестве комбинированных связующих используют фенолспирты. Кроме того, используется карбомидная смола марки МФ, содержащая продукты поликонденсации мочевины с формальдегидом, а также мочевино-меламиноформальдегидная смола. Достаточно широко используются композиционные связующие – битумно-бентонитовое, крахмально-бентонитовое, смеси фенолспиртов с пластификаторами. Соединения, используемые в качестве связующих в МВ, относятся к веществам, обладающим токсическим действием.

Важным критерием безопасности МВ при ингаляционном воздействии является дисперсность образующейся пыли [24]. В МВ, применяемых для теплоизоляционных работ, анализируемых нами, используется, в основном, базальтовое супертонкое волокно с диаметром 1–3 мкм.

При изучении токсикологических характеристик МВ установлено, что волокна МВ плохо всасываются и могут длительно задерживаться в дыхательных путях. Препятствием для полного проникновения пылевых частиц в кровеносное русло являются фагоцитирующие макрофаги и мукоцилиарный транспорт, а также степень растворения в биосредах и транслокация волокон. МВ не метаболизируются обычной ферментной системой, но при растворении могут оказывать токсичное действие на клетки кровеносного русла организма, органов дыхания, пищеварения, лёгочной системы и иммунной системы. Пыль МВ может вызвать механическое раздражение кожи, слизистой оболочки глаз и верхних дыхательных путей. Наи-

более раздражающим эффектом обладает пыль волокна с диаметром более 5 мкм. Наиболее частыми исходами длительного контакта с МВ являются головная боль, тошнота, конъюнктивиты, бактериальные и грибковые заболевания, развитие аллергических заболеваний, в том числе дерматозов, обструктивных и хронических бронхитов, бронхиальной астмы, пневмокониозов, повышенный риск развития онкологических заболеваний.

В мировой практике с учётом рекомендаций ВОЗ в ряде стран Западной Европы и США осуществлён переход на нормирование содержания в воздушной среде пыли с размерами не более 2,5 мкм и/или 10 мкм. Нормирование концентрации пыли в США проводится в соответствии с ASHRAE стандартом 52.76 Атмосфера [25].

Специалистами в области гигиены труда (Грушко А.В., Козловым Д.Н., Кузнецовым А.Н., Турковским И.И.) установлена зависимость возрастания степени опасности взвешенных частиц при уменьшении их размеров [26, 27].

Результаты исследований, проведённых в Канаде, показали, что твёрдые частицы оказывают неблагоприятное воздействие на ткани дыхательной системы, влияют на уровень госпитализации и преждевременной смертности даже при их концентрации в атмосферном воздухе ниже существующих нормативов. В связи с этим нормирование стало проводиться не по общему содержанию взвешенных частиц, которое охватывает широкий диапазон размеров частиц, а по содержанию частиц с размером, равным или меньшим чем 10 мкм в диаметре (PM_{10}), и их подфракциям ($PM_{2,5}$).

Изменение концентрации ТЧ (общая фракция твёрдых частиц), PM_{10} и $PM_{2,5}$ при изменении влажности воздуха представлено на рис. 1 (см. на 3-й стр. обложки). [28].

Полученные данные указывают на длительное пребывание мелкодисперсных пылевых частиц в воздухе рабочей зоны и в воздушной среде в районе размещения строительной площадки, а также на возможное их воздействие на работающих по смежным специальностям.

В воздухе рабочей зоны у лиц, занятых работами с использованием МВ, обнаружена пыль (искусственное МВ, ПДК 2/0,5 мг/м³ в концентрациях $8,2 \pm 1,3$ мг/м³ (превышение ПДК_{м.р.} в 4,1 раза), PM_{10} в концентрации $1,8 \pm 0,4$ мг/м³, $PM_{2,5}$ в концентрации $1,25 \pm 0,2$ мг/м³. В связи с тем, что для воздуха рабочей зоны ПДК для мелкодисперсной пыли не определены и в литературе имеются указания на беспороговый характер воздействия PM , в качестве ориентира для оценки среднесменной концентрации PM_{10} и $PM_{2,5}$ использованы максимально разовые нормативы для атмосферного воздуха. Превышения в воздухе рабочей зоны ПДК_{м.р.} для атмосферного воздуха составили для PM_{10} 6 раз, для $PM_{2,5}$ – 7,8 раза.

Установлено, что при проведении теплоизоляционных работ пылевые частицы PM_{10} и $PM_{2,5}$ на расстоянии более 30 м от места проведения работ загрязняют воздушную среду в концентрациях, превышающих ПДК_{м.р.} в 4,5 и 3,8 раза соответственно (рис. 2, см. на 3-й стр. обложки). [29].

При облицовке фасадов и теплоизоляции коммуникаций в воздухе рабочей зоны идентифицирована одновременно пыль игольчатой формы разных размеров: 60–80% диаметром до 2 мкм, 10–20% диаметром 2–5 мкм, до 10% – выше 10 мкм.

Химический анализ пыли, выполненный атомно-абсорбционным методом, идентифицировал содержание SiO_2 – 9,13%, Al_2O_3 – 16,16%, а также дополнительно выявил в составе соединения тяжёлых металлов *Cu*, *Zn*, *Pb*, *Cd*, *Ni* (табл. 2) [30].

¹¹ ГН 2.2.5.1313–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

Соединения тяжёлых металлов в составе пылевых частиц (мг/кг)

Вещество	Металл						
	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Fe	Mn
Пылевые частицы	219,6 ± 29,7	783,5 ± 127,1	517,2 ± 65,8	73,2 ± 14,7	382,4 ± 25,1	1579 ± 214,0	250 ± 13,2

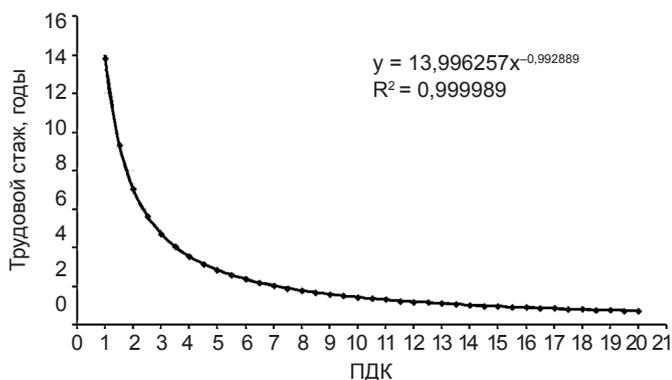


Рис. 3. Зависимость продолжительности рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью от кратности превышения ПДК.

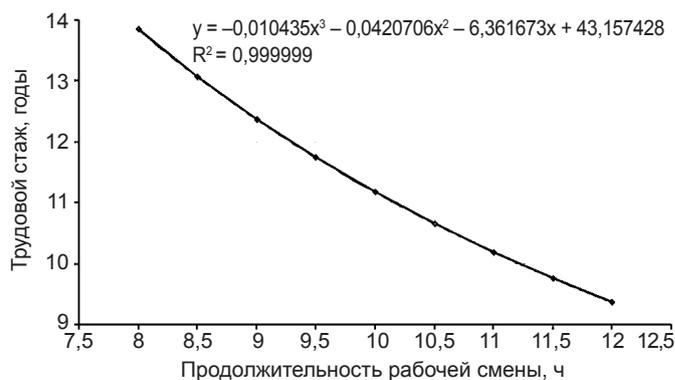


Рис. 4. Зависимость продолжительности рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью от продолжительности рабочей смены.

В связи с тем, что универсальным механизмом токсического действия тяжёлых металлов является нарушение деятельности антиоксидантной системы организма, то при длительном аэрогенном воздействии мелкодисперсной пыли, содержащей соединения тяжёлых металлов, возможно увеличение риска развития заболеваний кардиореспираторной, иммунной, репродуктивной, нервной систем.

Для оценки воздействия пыли МВ (пылевые частицы МВ, используемые в строительной отрасли, по химическому составу могут быть отнесены к АПФД – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия: содержание SiO_2 составляет 49,13%, Al_2O_3 – 16,16%) использовали расчёт пылевой нагрузки¹², который проведён с учётом воздействия пыли в рабочее и в нерабочее время (т. к. в воздушной среде населённых пунктов регистрируются взвешенные вещества на уровне ПДК_{а.в.}).

Выявленные зависимости позволяют определить продолжительность рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью работы под воздействием пылевых частиц при различной концентрации и продолжительности контакта (рис. 3, 4) [30].

Заключение

Таким образом, основными видами работ с использованием изделий из МВ являются теплоизоляционные работы. Условия труда при проведении теплоизоляционных работ в соответствии с действующей нормативной документацией¹³ классифицируются как вредные (3-й класс 2-я степень) по фактору АПФД в воздухе рабочей зоны. Многооперационность работы с МВ приводит к тому, что работы выполняются на близко расположенных или смежных участках и оказывают

перекрёстное неблагоприятное влияние на работающих других специальностей.

В своем составе пылевые частицы содержат ионы тяжёлых металлов – *Cu, Zn, Pb, Cd, Ni*. Химический состав МВ определяет их токсикологическую характеристику и создаёт риск здоровью работающих не только по показателю патологии дыхательной системы (традиционно исследуемой при воздействии пыли), но и по патологии ССС.

Риск утраты здоровья работающими, занятыми на облицовочных работах в контакте с МВ, при использовании трёхуровневой шкалы оценки значимости рисков, определён как «высокий» ($R = 11,3$).

Следовательно, для совершенствования правового обеспечения в области гигиены и охраны труда целесообразно:

- 1) разработать и обосновать нормативы для мелкодисперсной пыли PM_{10} и $PM_{2,5}$ в воздухе рабочей зоны;
- 2) в обязательном порядке оценивать качество воздуха рабочей зоны на наличие мелкодисперсной пыли (PM_{10} и $PM_{2,5}$) при специальной оценке условий труда и проведении производственного контроля на рабочих местах по производству и применению МВ;
- 3) внести изменения в пункт 1.1.4.3.2. Приказа МЗ СР РФ от 12 апреля 2011 г. № 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжёлых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда»:

- графу «Участие врачей специалистов» дополнить строкой «Кардиолог»;
- графу «Лабораторные и функциональные исследования» дополнить строкой «Электрокардиограмма»;
- графу «Дополнительные медицинские противопоказания» дополнить строкой «Артериальная гипертония».

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

¹² Р 2.2.2006–05 «Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

¹³ Приказ Минтруда России от 24.01.2014 г. № 33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчёта о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по её заполнению».

Литература

(п.п. 2, 19, 21–23 см. в References)

- Россия: потребление теплоизоляционных материалов за 2013 год выросло. Информационный портал «Химия Украины, СНГ, мира». Available at: <http://ukrchem.dp.ua/2014/06/17/rossiya-potreblenie-teploizolyacionnyx-materialov-za-2013-god-vyroslo.html> (дата обращения 05.02.2014).
- Измеров Н.Ф. Оценка профессионального риска и управление им – основа профилактики в медицине труда. Гигиена и санитария. 2006; 5: 14-6.
- Измеров Н.Ф. Концепция долгосрочного социально-экономического развития российской федерации на период до 2020 г. («Стратегия 2020») и сохранение здоровья работающего населения России. Мед. труда и пром. экол. 2012; 3: 1-8.
- Измеров Н.Ф., Денисов Э.И. Профессиональный риск для здоровья работников. М.: Тривант; 2003.
- Копытенкова О.И., Леванчук А.В., Турсунов З.Ш. Актуальные вопросы оценки риска ущерба для здоровья при воздействии мелкодисперсной пыли минеральной ваты. Казанский медицинский журнал. 2014; 95(4): 570-4.
- Копытенкова О.И., Турсунов З.Ш. Оценка риска и направления совершенствования охраны труда в строительстве при использовании минеральных ват. Науковедение. 2013; 1(14): 17.
- Копытенкова О.И., Леванчук А.В., Мингулова И.Р., Турсунов З.Ш. Обоснование направлений развития социально-гигиенического мониторинга: Материалы пленума научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды РФ «Приоритеты профилактического здравоохранения в устойчивом развитии сообщества: состояние и пути решения проблем». 2013, 12-13 декабря; Москва; 2013.
- Косарев В.В., Бабанов С.А. Профессиональные болезни: учебник. М.: ГЭОТАР – Медиа; 2010.
- Денисов Э.И. Физические основы и методика расчета дозы шума. Гигиена труда. 1979; 11: 24-8.
- Сазонова А.М. Интегральная оценка условий труда при строительно-монтажных работах в подземных сооружениях. Безопасность жизнедеятельности. 2017; 3 (195): 8-11.
- Сазонова А.М. Интегральная оценка условий труда при строительно-монтажных работах в подземных сооружениях. Бюллетень результатов научных исследований. 2016; 3-4 (20-21): 51-9.
- Сазонова А.М. Особенности охраны труда при работах на подземных объектах. Известия Петербургского университета путей сообщения. 2015; 1 (42): 109-14.
- Карапата А.П., Шевченко А.М. Профессиональные пылевые болезни легких. Киев: Здоровье; 1980.
- Сазонова А.М. Исследования пылевого фактора производственной среды метрополитена. В кн.: Современные подходы к обеспечению гигиенической, санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности на железнодорожном транспорте. Сборник трудов ученых и специалистов транспортной отрасли, II выпуск. М.: ВНИИЖТ; 2016: 79-85.
- Азаров В.Н., Тертишников И.В., Маринин Н.А. Нормирование PM10 и PM2,5 как социальные стандарты качества жизни и критерии оценки пылевой обстановки в районах расположения предприятий стройиндустрии. Жилищное строительство. 2012; 3: 20-2.
- Азаров В.Н. Об оценке концентрации мелкодисперсной пыли (PM10 и PM2,5) в воздушной среде. Вестник ВолгГАСУ. Строительство и архитектура. 2011; 25(44): 402-6.
- Копытенкова О.И., Леванчук А.В., Турсунов З.Ш. Актуальные вопросы охраны труда работающих при использовании минеральной ваты. Технологии техносферной безопасности. 2014; 3 (55): 33.
- МВ - свойства и характеристики. Портал «Строительные материалы и оборудования». Available at: <http://www.rmnt.ru/story/isolation/351113.htm> (дата обращения 25.03.2015).
- Стреляева А.Б., Маринин Н.А., Азаров А.В. О значимости дисперсного состава пыли в технологических процессах. Интернет-вестник ВолгГАСУ. Политематическая. 2013; 3(28): 1.
- Тертишников И.В., Черноморова Д.А. Современные принципы нормирования мелкодисперсных твердых взвешенных частиц ТВЧ-10, ТВЧ-2,5 в мировой практике. В кн.: Сб. материалов. Проблемы охраны производственной и окружающей среды. Волгоград; 2009: 135-9.
- Грушко А.В., Азаров В.Н. Расчет риска нарушений функций внешнего дыхания у работников основных профессий мукомольной промышленности: Материалы научно-технической конференции «Проблемы охраны производственной и окружающей среды». 1999; Волгоград; 1999.
- Козлов Д.Н., Кузнецов А.Н., Турковский И.И. Дисперсный состав пыли как критерий патогенности аэрозольного загрязнения воздуха. Гигиена труда. 2003; 1: 45-7.
- О.И. Копытенкова, Турсунов З.Ш. Направления совершенствования охраны труда при использовании минеральной ваты: Техносферная и экологическая безопасность на транспорте: материалы III Международной научно-практической конференции. 2012, 21-23 ноября; Санкт-Петербург: ПГУПС; 2012.
- Копытенкова О.И., Турсунов З.Ш. Направления совершенствования оценки условий труда при использовании минеральной ваты: Материалы XII Всероссийского Конгресса «Профессия и здоровье» и V Всероссийского съезда врачей-профпатологов. 2013, 27 - 30 ноября; Москва: ООО Фирма «Рейнфор»; 2013.
- Копытенкова О.И., Турсунов З.Ш. Перспективные направления совершенствования оценки условий труда при использовании минеральной ваты: Профилактическая медицина - 2012: Материалы конференции. 2013, 28 ноября; Санкт-Петербург: СЗГМУ им. И.И.Мечникова; 2012.

References

- Russia: consumption of thermal insulation materials increased in 2013. Informacionnyj portal «Himija Ukrainy, SNG, mira». Available at: <http://ukrchem.dp.ua/2014/06/17/rossiya-potreblenie-teploizolyacionnyx-materialov-za-2013-god-vyroslo.html> (accessed 10 February 2014).
- Sazonova A. et al. Risk of pathologies when exposed to fine dust in the construction industry. In: *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*; 2018: 365 032039. DOI:10.1088/1757-899X/365/3/032039.
- Izmerov N.F. Occupational assessment and management are the basis of prophylaxis in occupational medicine. *Gigiena i sanitariia*. 2006; 5: 14-6. (in Russian)
- Izmerov N.F. Concept of long-term social and economic development until 2020 (“Strategy 2020”) and health preservation for workers in Russia. *Med. truda i prom. ekol*. 2012; 3: 1-8. (in Russian)
- Izmerov N.F., Denisov E.I. *The occupational hazard for health workers*. М.: Trovant; 2003. (in Russian)
- Kopytenkova O.I., Levanchuk A.V., Tursunov Z.Sh. Assessment of health damage due to exposure to mineral wool fine dusts. *Kazanskii medicinskii zhurnal*. 2014; 95 (4): 570-4. (in Russian)
- Kopytenkova O.I., Tursunov Z.Sh. Risk assessment and directions improving of labor protection in construction when using mineral wools. *Naukovedenie*. 2013; 1(14): 17. (in Russian)
- Kopytenkova O.I., Levanchuk A.V., Mingulova I.R., Tursunov Z.Sh.. *Substantiation of directions of development of social and hygienic monitoring: Materials of the Plenum of the scientific Council on human ecology and environmental hygiene of the Russian Federation «Priorities of preventive health care in sustainable development of the community: state and ways of solving problems»* [Materialy plenuma nauchnogo soveta po ekologii cheloveka i gigiene okruzhajushchei sredy RF «Prioritety profilakticheskogo zdravookhraneniia v ustoichivom razvitii soobshchestva: sostojanie i puti resheniia problem»]. 2013, 12-13 December; Moscow; 2013. (in Russian)
- Kosarev V.V., Babanov S.A. *Occupational diseases: textbook*. М.: GEOTAR – Media; 2010. (in Russian)
- Denisov E.I. Physical fundamentals and methodology of the dose calculation noise. *Gigiena truda*. 1979; 11: 24-8. (in Russian)
- Sazonova A.M. Integrated assessment of working conditions in the construction and installation works in underground structures. *Bezopasnost zhiznedielnosti*. 2017; 3 (195): 8-11. (in Russian)
- Sazonova A.M. Integrated assessment of working conditions in the construction and installation works in underground structures. *Biulleten rezultatov nauchnykh issledovanii*. 2016; 3-4 (20-21): 51-59. (in Russian)

13. Sazonova A.M. Specifics of occupational safety for works at underground facilities. *Izvestiia Peterburgskogo universiteta putei soobshcheniia*. 2015; 1 (42): 109-114.
14. Карапата А.П., Шевченко А.М. Профессиональные пылевые болезни легких. Киев: Здоровье; 1980. (in Russian)
15. Sazonova A.M. Studies of the dust factor of the underground production environment. In: *Sovremennye podkhody k obespecheniiu gigienicheskoi, sanitarno-epidemiologicheskoi i ekologicheskoi bezopasnosti na zhelezodorozhnom transporte*. Sbornik trudov uchenykh i spetsialistov transportnoi otrasli, II vypusk. M.: VNI-IZhG; 2016: 79-85. (in Russian)
16. Azarov V.N., Tertishnikov I.V., Marinin H.A. The regulation of PM10 and PM2.5 as the social standards of quality of life and criteria of assessment of the dust situation in the areas of location of enterprises of building industry. *Zhilishchnoe stroitelstvo*. 2012; 3: 20-2. (in Russian)
17. Azarov V. N., Tertishnikov I. V., Kalyuzhina Y.A., Marinin N. A. About concentration estimation of fine dust (pm₁₀ and pm_{2.5}) in air. *Vestnik VolgGASU. Stroitelstvo i arkhitektura*. 2011; 25(44): 402-6. (in Russian)
18. Kopytenkova O.I., Levanchuk A.V., Tursunov Z.Sh. Actual questions of labor protection when using mineral wool. *Tekhnologii tekhnosfernoi bezopasnosti*. 2014; 3 (55): 33. (in Russian)
19. Wardenbach, P. et al. Classification of man-made vitreous fibers: comments on the reevaluation by an IARC working group. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2005; 43 (2): 181-93.
20. MV-properties and characteristics. Портал строительные материалы и оборудования. Available at: <http://www.rmnt.ru/story/isolation/351113.htm> (accessed 25 March 2015).
21. *Safety in the use of synthetic vitreous fibre insulation wools (glass wool, rock wool, slag wool)*. Materials ILO. Practical guide. ILO; 2001.
22. Topinka J. et al. Mutagenesis by man-made mineral fibres in the lung of rats. *Mutation Research. Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*. 2006; 595 (1 – 2): 174-83.
23. Qi-en WANG et al. Biological Effects of Man-Made Mineral Fibers. II. Their Genetic Damages Examined by In Vitro Assay. *Industrial health*. 1999; 37 (3): 342-7.
24. Strelyaeva A. B., Marinin N.A., Azarov A. V. The importance of disperse structure of dust in technological processes. *Internet-vestnik VolgGASU. Politematicheskai*. 2013; 3(28): 1. (in Russian)
25. Tertishnikov I.V., Chernomorova D.A. Modern principles of regulation of fine particulate particulate matter PM-10, PM-2,5 in the world practice. In.: *Sb. materialov. Problemy okhrany proizvodstvennoi i okruzhaiushchei sredy*. Volgograd; 2009: 135-9. (in Russian)
26. Grushko A.V., Azarov V.N. *Calculation of risk of disorders of external respiratory function in workers of the main occupations in the milling industry*: Materials of scientific and technical conference «Problems of industrial and environmental protection» [Materialy nauchno-tekhnicheskoi konferencii «Problemy okhrany proizvodstvennoi i okruzhaiushchei sredy»]. 1999; Volgograd; 1999. (in Russian)
27. Kozlov D.N., Kuznetsov A.I., Turkovsky I.I. The disperse composition of dust as a criterion for the pathogenicity of aerosol air nonlittinair pollution. *Gigiena truda*. 2003; 1: 45-7. (in Russian)
28. Kopytenkova O.I., Tursunov Z.Sh. *Directions of improvement of labor protection when using mineral wool: Technosphere and environmental safety in transport*: materials of the III International scientific and practical conference [Tekhnosfernaia i ekologicheskai bezopasnost na transporte: materialy III Mezhdunarodnoi nauchno - prakticheskoi konferencii]. 2012, 21-23 November; St. Petersburg: PGUPS; 2012. (in Russian)
29. Kopytenkova O.I., Tursunov Z.Sh. *Directions for improving the assessment of working conditions when using mineral wool*: Materials XII all-Russian Congress “Profession and health” and V all-Russian Congress of occupational physicians [Materialy XII Vserossiiskogo Kongressa «Professii i zdorove» i V Vserossiiskogo sezda vrachei – profpatologov]. 2013, 27-30 November; Moscow: OOO Firma «Reinfor»; 2013. (in Russian)
30. Kopytenkova O.I., Tursunov Z.Sh. *Promising areas for improving the assessment of working conditions when using mineral wool*: Preventive medicine-2012: conference Materials [Profilakticheskai meditsina - 2012: Materialy konferencii]. 2013, 28 November; St. Petersburg: SZGMU im. I.I. Mechnikova; 2012. (in Russian)

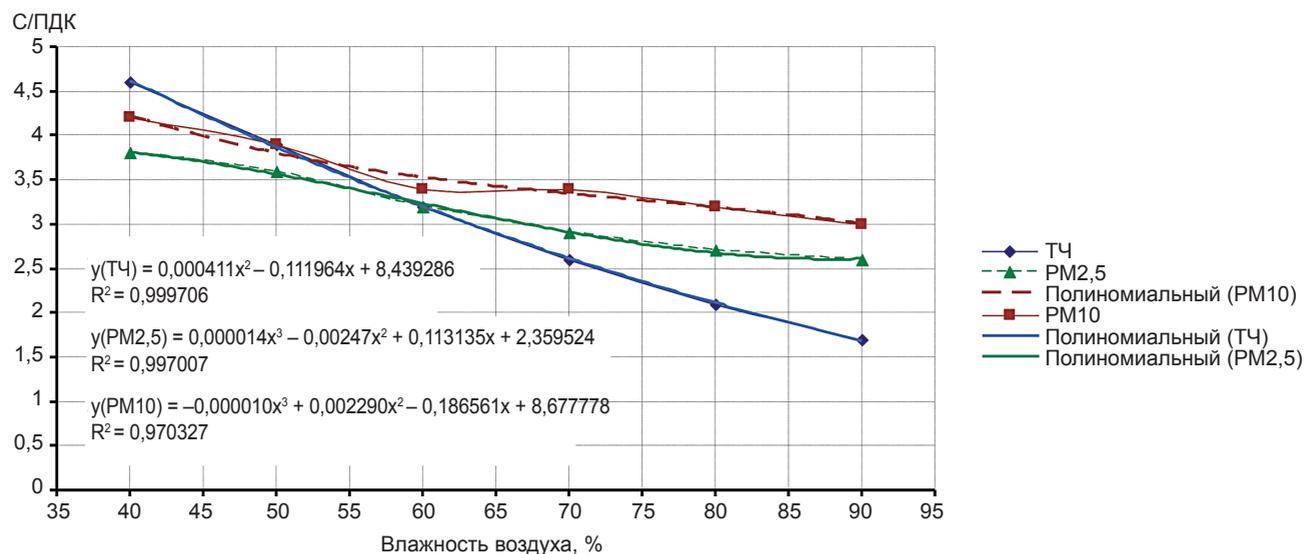


Рис. 1. Изменения концентрации пыли при теплоизоляционных работах с использованием МВ в зависимости от влажности воздуха.

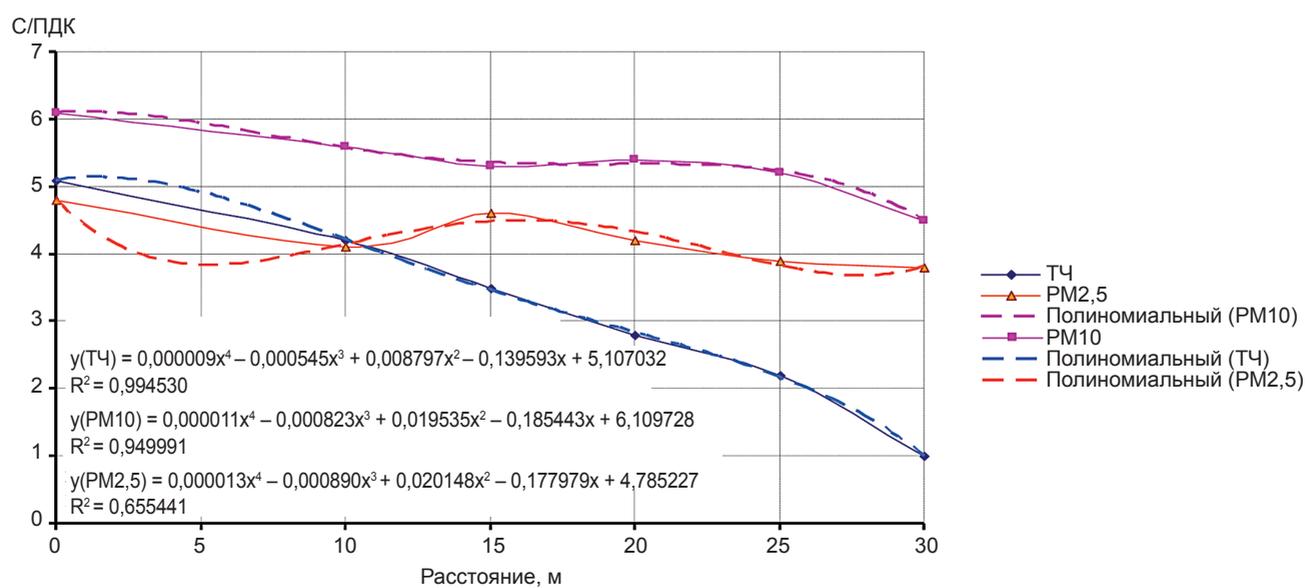


Рис. 2. Изменение концентрации пыли в воздушной среде на территории строительной площадки в процессе теплоизоляционных работ с применением изделий из МВ при влажности атмосферного воздуха 25–60%, скорости движения воздуха 0,3–2,7 м/с.