

На правах рукописи

ОБОЖИНА ЕЛЕНА ПЕТРОВНА

Е. Обожина

**ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ
ПЫЛЕВОЙ НАГРУЗКИ НА ПЕРСОНАЛ РАЗРЕЗОВ
КРИОЛИТОЗОНЫ**

*Специальность 05.26.01 – Охрана труда (в горной
промышленности)*

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2018

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»

Научный руководитель –
доктор технических наук, профессор

Галкин Александр Федорович

Официальные оппоненты:

Романченко Сергей Борисович

доктор технических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» МЧС России, отдел моделирования пожаров и нестандартного проектирования, ведущий научный сотрудник

Кобылкин Александр Сергеевич

кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, лаборатория 2.2 Геотехнологических рисков освоения недр, старший научный сотрудник

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Защита диссертации состоится 23 апреля 2018 г. в 11 ч. 00 мин. на заседании диссертационного совета Д 212.224.09 при Санкт-Петербургском горном университете по адресу: 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия, д. 2, ауд. № 1171а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского горного университета и на сайте www.spmi.ru.

Автореферат разослан 22 февраля 2018 г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
диссертационного совета



ФОМИН
Сергей Игоревич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Негативное воздействие на работников суровых природно-климатических условий, характерных для северных регионов, является одной из основных причин производственно-обусловленной заболеваемости. Известно, что в условиях низких отрицательных температур не только увеличиваются энергетические затраты работников, но и изменяется процесс пылеобразования, а пылевая нагрузка носит нестационарный характер в течение года.

При нормировании производственных процессов, изменение уровня пылеобразования и энергетических затрат работников на оценку пылевой нагрузки в течение годового цикла на разрезах Севера не учитываются, что приводит к заниженной оценке воздействия пылевого фактора на работников. В Российской Федерации нормирование запыленности воздушной среды ведется по общему уровню содержания пыли без учета фракционного состава пыли.

Проблемами пылеобразования и пылеподавления, в том числе при отрицательных температурах окружающего воздуха, занимались такие ученые как: В.В. Кудряшов, Ю.В. Шувалов, Е.Н. Чемезов, М.Т. Осодоев, А.И. Божедонов, Н.З. Битколов, С.Б. Романченко, Н.Г. Пирамидина, К. Лебецки, Р. Уайтлоу-Грей и другие.

Однако, в проведенных в настоящее время исследованиях, недостаточно изученными являются вопросы, связанные с образованием респираторной угольной пыли при различных температурах наружного воздуха, характерных для разрезов криолитозоны, а также учет вариативности пылевой нагрузки от тяжести выполняемой работы в течение года.

Неточное определение пылевой нагрузки и не учет отдельных факторов, которые являются определяющими при оценке пылевой нагрузки, приводит к неправильному выбору способов и средств пылеподавления и, как следствие, к возникновению производственно-обусловленных легочных заболеваний. Поэтому исследования, направленные на разработку метода оценки пылевой

нагрузки, учитывающей специфику работы на угольных разрезах криолитозоны, являются актуальными.

Цель работы. Обоснование целесообразности и разработка метода оценки пылевой нагрузки на персонал угольных разрезов криолитозоны, учитывающего вариативность основных факторов в течение годового производственного цикла.

Основные задачи исследований:

1. Анализ отечественного и мирового опыта по оценке влияния пылевого фактора на работников при ведении открытых горных работ, в том числе на угольных разрезах криолитозоны.
2. Выявление с помощью экспертного анализа определяющих факторов, оказывающих влияние на тяжесть выполняемых работ и пылевую нагрузку работников угольных разрезов криолитозоны.
3. Исследование фракционного состава и количества угольной пыли, образующейся при циклических криогенных воздействиях.
4. Обоснование и разработка метода расчета пылевой нагрузки, учитывающего годовую вариативность: тяжести труда, количества и фракционного состава поглощаемой пыли.

Идея работы. Снижение производственно-обусловленных заболеваний, вызванных промышленными аэрозолями, может быть достигнуто за счет уменьшения пылевой нагрузки на основе учета вариативности пылеобразования, фракционного состава пыли и тяжести выполняемых работ в течение годового производственного цикла.

Научная новизна:

- Установлена зависимость увеличения выхода респираторной фракции пыли на 10-25% от циклических криогенных воздействий, при этом меняется форма частиц и возрастает число граней (вершин) мелких частиц в 2,5 раза.
- Установлена зависимость пылевой нагрузки на горнорабочих от температуры воздуха с учетом ее вариативности в течение года и выявлен рост пылевой нагрузки в 1,5-2 раза с понижением температуры для характерных климатических условий разрезов криолитозоны.

Основные защищаемые положения.

1. Определение основных вредных факторов, оказывающих влияние на рабочих угольных разрезов криолитозоны должно проводиться на основе экспертной оценки результатов отдельного идентичного анкетирования профильных групп: научных сотрудников, инженерного персонала, рабочих горнодобывающих предприятий.

2. Периодическое криогенное воздействие вызывает изменение фракционного состава образующейся пыли, причем выход респираторных частиц увеличивается на 10-25%, а число граней (вершин) частиц для проб угля марки Д увеличивается в 2,5 раза.

3. Оценка пылевой нагрузки на работников угольных разрезов криолитозоны должна осуществляться с учетом годовой вариативности определяющих факторов: уровня пылеобразования, фракционного состава респираторной пыли, тяжести труда.

Методы исследований. Работа выполнена с использованием комплексного метода исследований, включающего: анализ и обобщение литературных данных о пылевой нагрузке работников; экспертный анализ факторов, оказывающих влияние на условия труда; оценку вредных производственных факторов методом ранжирования; экспериментальные исследования пылеобразования угля в лабораторных условиях, для регистрации которых был использован метод лазерной дифракции.

Достоверность результатов исследований обеспечивается применением современных методов исследований и аппаратуры, поддерживаемых соответствующим метрологическим обеспечением проведения измерений, согласованностью данных общих исследований с опубликованными результатами отдельных исследований, апробацией полученных результатов на международных и всероссийских конференциях.

Практическая ценность работы.

Разработан метод оценки пылевой нагрузки, позволяющий учесть факторы, оказывающие определяющее влияние на суммарную пылевую нагрузку работников.

Реализация результатов работы. Разработанный метод для оценки пылевой нагрузки может быть использован на разрезах

криолитозоны, а также в учебном процессе Горного университета при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности».

Личный вклад автора:

- анализ процессов пылеобразования на открытых горных работах и влияния пылевого фактора на здоровье рабочих, а также методов исследования дисперсного состава пыли в воздухе рабочей зоны;
- разработка анкеты для экспертизы, проведение экспертного анализа и оценка влияния основных факторов на уровень пылевой нагрузки;
- проведение лабораторных исследований по изучению циклических криогенных воздействий на фракционный состав угольной пыли;
- разработка метода оценки пылевой нагрузки и районирование основных горнодобывающих регионов РФ по ожидаемой пылевой нагрузке.

Апробация работы. Результаты исследований и основные положения диссертационной работы, как в целом, так и результаты отдельных этапов, обсуждались и были одобрены научной общественностью на международных научно-практических конференциях (Международный форум-конкурс молодых ученых, 2013 г.; Международный форум-конкурс молодых ученых, 2014 г.; «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке», 2014; SGEM, 2017г.), а также семинарах кафедры безопасности производств Санкт-Петербургского горного университета.

Публикации. Основные результаты диссертационной работы содержатся в 4 научных статьях в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, в том числе 1 публикация в издании, индексируемом в базе Scopus.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав и заключения, изложенных на 127 страницах машинописного текста, содержит 37 рисунков, 29 таблиц, список литературы из 155 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе диссертационной работы рассмотрены процессы пылеобразования на открытых горных работах, способы и средства пылеподавления; приведены и проанализированы данные

исследователей по оценке влияния пыли на организм работников, фракционному составу пыли в воздухе рабочей зоны; проанализированы существующие нормативы по содержанию респираторной пыли в воздухе рабочей зоны; проведен анализ способов снижения пылевой нагрузки на работников.

Во второй главе диссертационной работы приведены результаты экспертного анализа по выявлению основных определяющих факторов на суммарную годовую пылевую нагрузку работников. Приведен выбор метода экспертной оценки и вида анкеты для экспертизы; показана целесообразность проведения экспертизы с помощью раздельного идентичного анкетирования различных профессиональных групп экспертов, для достижения необходимого уровня согласия.

В третьей главе диссертационной работы изложены результаты лабораторных исследований пылеобразования углей (на примере угля марки Д, Тугнуйского разреза) при циклических криогенных воздействиях; установлены основные закономерности изменения фракционного состава и количества граней частиц мелкодисперсной пыли, как при естественной влажности, так и при полном насыщении образцов угля.

В четвертой главе диссертационной работы представлен новый метод оценки пылевой нагрузки на разрезах криолитозоны; приведены результаты сравнительной оценки разработанного метода с нормативным, применяемым в настоящее время; выполнено районирование основных горнодобывающих регионов страны по ожидаемому превышению пылевой нагрузки на горнорабочих разрезов.

Основные результаты исследований отражены при доказательстве следующих защищаемых положений.

1. Определение основных вредных факторов, оказывающих влияние на рабочих угольных разрезов криолитозоны должно проводиться на основе экспертной оценки результатов раздельного идентичного анкетирования профильных групп: научных сотрудников, инженерного персонала, рабочих горнодобывающих предприятий.

Выбор отличительных, ранее не рассматривавшихся факторов, при оценке пылевой нагрузки на рабочих проводился на основе экспертной оценки характерных профильных групп экспертов. При этом было учтено, что существующий алгоритм специальной оценки условий труда определяет основные вредные и опасные факторы, но не рассматривает специфику ведения горных работ на разрезах криолитозоны, и не может определять целесообразность изменения существующих методов оценки пылевой нагрузки.

Для анализа условий производственной среды, был проведен экспертный анализ, на основе идентичного анкетирования, с использованием открытых и закрытых вопросов веерного типа. Все эксперты были разделены на три профильные группы: а) кандидаты и доктора технических наук, научные сотрудники; б) специалисты по охране труда; в) специалисты, непосредственно работающие на карьерах (разрезах). Общее количество экспертов составило 21 человек.

На основе обработки анкет, проведено ранжирование производственных факторов, оказывающих влияние на заболеваемость пневмокониозом, на дисперсный состав пыли, присутствующей в рабочей зоне и на тяжесть труда рабочих. Проведенная математическая обработка результатов анкетирования показала, что степень согласованности мнений экспертного сообщества, определяемая коэффициентом конкордации, составляет от 0,62 до 0,86, что позволяет считать мнение экспертов согласованным.

Основными факторами, которые оказывают влияние на заболеваемость пневмокониозом работников, являются: «дисперсный состав пыли», «тяжесть труда», «вид пыли», «температура», «сезонное колебание температуры», «регион», «напряженность труда». В таблице 1 представлено сравнение степеней согласованности мнений отдельных экспертных групп.

Основными факторами, по мнению экспертов, которые влияют на дисперсный состав образующейся пыли при ведении добычных работ, оказывают такие факторы: «влажность, крепость, вещественный состав и степень метаморфизма угля», «сезонность колебаний температуры», «способ ведения добычных работ»,

«температура воздуха», «регион», «суточные колебания температуры».

Основными факторами, оказывающими влияние на тяжесть труда рабочих, являются: «пылевая нагрузка», «температура воздуха», «использование СИЗов», «работы в ночную смену», «регион».

Таблица 1 – Результаты сравнения степеней согласованности экспертов о влиянии основных вредных факторов на производстве

	Научные сотрудники	Специалисты по ОТ	Рабочие	Общая оценка
Основной фактор влияния/Коэффициент конкордации				
Заболеваемость пневмокониозом	Дисперсный состав пыли / 0,64	Дисперсный состав пыли / 0,62	Тяжесть труда/ 0,65	Дисперсный состав пыли/ 0,62
Дисперсный состав образующейся пыли при ведении добычных работ	Сезонность колебаний температуры/ 0,82	Влажность, крепость, вещественный состав и степень метаморфизма угля /0,51	Сезонность колебаний температуры/ 0,86	Влажность, крепость, вещественный состав и степень метаморфизма угля /0,83
Тяжесть труда рабочих	Пылевая нагрузка / 0,62	Пылевая нагрузка / 0,66	Пылевая нагрузка / 0,7	Пылевая нагрузка / 0,62

Для оценки воздействия циклов промерзания-оттаивания на выход мелкодисперсных частиц, экспертам были предложены диапазоны температур и задан вопрос о влиянии данных диапазонов температур на дисперсность образуемой пыли. На рисунке 1 представлены результаты оценки экспертных групп, из которого следует, что мнения групп расходятся, при этом для экспертной группы «специалисты по ОТ», коэффициент конкордации составил $W = 0,64$, а группы «научные сотрудники» - $W = 0,83$.

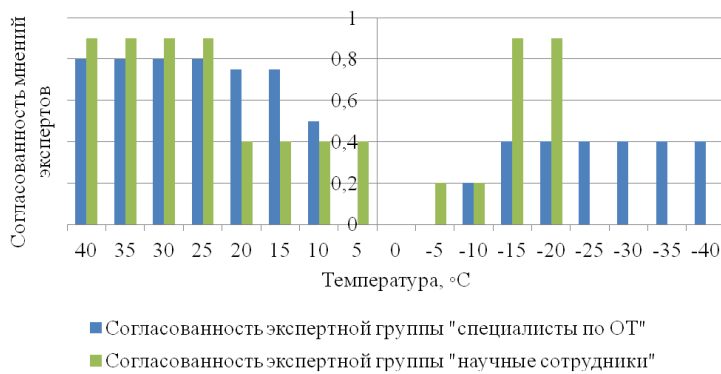


Рисунок 1 – Согласованность мнений экспертных групп о влиянии циклических криогенных воздействий на пылеобразование при различных температурах окружающей среды

Анализ результатов экспертизы показал, что дальнейшее совершенствование методики оценки пылевой нагрузки должно базироваться на учете таких определяющих показателей, как изменение уровня пылеобразования углей при циклических криогенных воздействиях, а также вариативности тяжести труда в течение годового цикла. Полученные высокие значения коэффициента конкордации, практически, по всем ключевым вопросам экспертизы, подтвердили обоснованность разделения экспертов на профильные группы и целесообразность идентичного анкетирования с помощью вопросов открытого и закрытого типа.

2. Периодическое криогенное воздействие вызывает изменение фракционного состава образующейся пыли, причем выход респираторных частиц увеличивается в среднем на 10-25%, а число граней (вершин) частиц для проб угля марки Д увеличивается в 2,5 раза.

На базе Научного центра Геомеханики и проблем горного производства были проведены на установке Samsizer XT лабораторные исследования пылеобразующей способности угля марки Д Тугнуйского разреза.

Для детального анализа из рассматриваемых проб (0 - 0,14 мм и 0,14 - 0,2 мм), были выбраны фракции частиц, которые могут непосредственно находиться в области дыхания работника (до

18 мкм) и построены графики влияния однократного цикла промерзания-оттаивания и 7-кратного цикла промерзания-оттаивания. Результаты проведенных исследований представлены на рисунке 2. В первом случае рассматривался уголь с естественной влажностью ($w_{ест}$) (рисунок 2а), во втором – с предварительным насыщением проб водой ($w_{увл}$) (рисунок 2б).

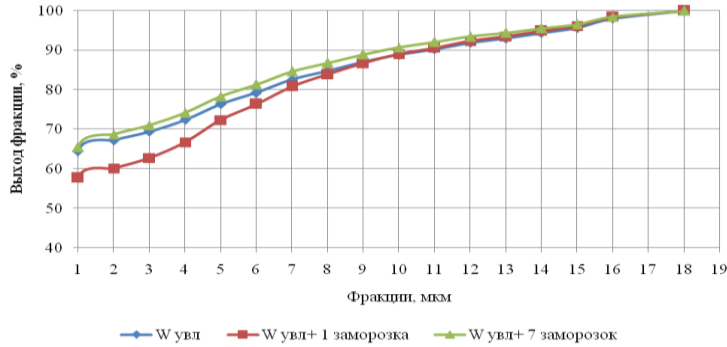


Рисунок 2а – Результаты исследования проб углей фракцией 0-0,2 мм с естественной влажностью

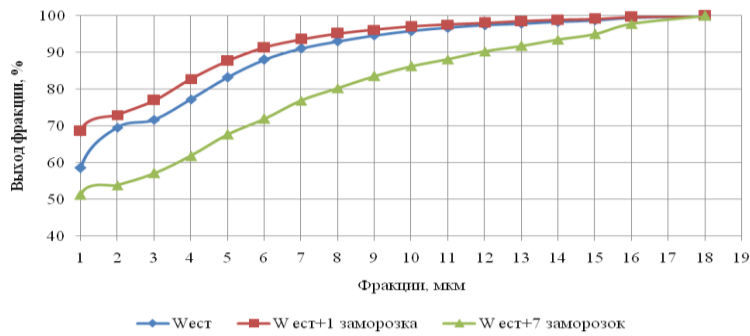


Рисунок 2б – Результаты исследования проб углей фракцией 0-0,2 мм с предварительно увлажненных проб угля

Из рисунка 2а следует, что во всем рассматриваемом диапазоне при однократном цикле промерзания-оттаивания увеличивается выход мелкодисперсной фракции на 10% по сравнению с пробами без циклического криогенного воздействия в диапазоне фракций от 1 до 2 мкм. В случае 7-кратного циклического

криогенного воздействия, уменьшается выход мелкодисперсной фракции на 10-15% в диапазоне фракций от 1 до 2 мкм.

В случае предварительного увлажнения угля (рисунок 2б), следует, что при однократном цикле промерзания-оттаивания выход мелкодисперсных фракций уменьшается на 10-13 % по сравнению с пробами без циклического криогенного воздействия, а при 7-кратном циклическом криогенном воздействии выход увеличивается незначительно в диапазоне фракций от 1 до 2 мкм. Данный эффект, возможно, связан с коагуляцией мелких частиц.

С целью оценки влияния на здоровье человека образующейся пыли, был оценен гранулометрический состав частиц после криогенного воздействия со стандартом ГОСТ Р ИСО 7708-2006. На рисунках 3а и 3б приведены интегральные суммарные кривые.

Из рисунка 3а следует, что значения всех фракций превышает нормативные значения: максимальное пылеобразование при однократном цикле промерзания-оттаивания превышает норматив на 55%, пробы без криогенного воздействия превышают норматив на 40-45%, а 7-кратный цикл промерзания-оттаивания на 15-19%.

На рисунке 3б представлено сравнение предварительно увлажненных проб с нормативной кривой распределения частиц. Характер кривых аналогичен приведенным зависимостям на рисунке 3а. При этом, значения, полученные при одном цикле промерзания-оттаивания превышает нормативные значения на 20%, при 7-кратном цикле промерзания-оттаивания на 15% и при предварительном увлажнении (без криогенных воздействий) на 10%.

В целом, сравнительный анализ показал, что предварительное увлажнение приводит к снижению выхода частиц фракции в диапазоне 1-2 мкм без криогенного воздействия на 30-40%, а при однократном цикле промерзания-оттаивания - на 30-35%. При 7-кратном цикле промерзания-оттаивания значения одинаковы. То есть, можно констатировать, что предварительное увлажнение угля оказывает влияние на фракционный состав образующейся

пыли при криогенных воздействиях, но снижение не достигает нормативного уровня.

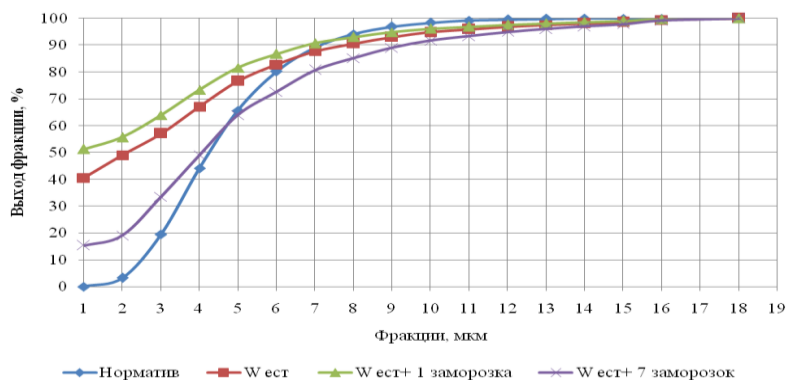


Рисунок 3а – Результаты сравнения гранулометрических характеристик проб угля с естественной влажностью с нормативом

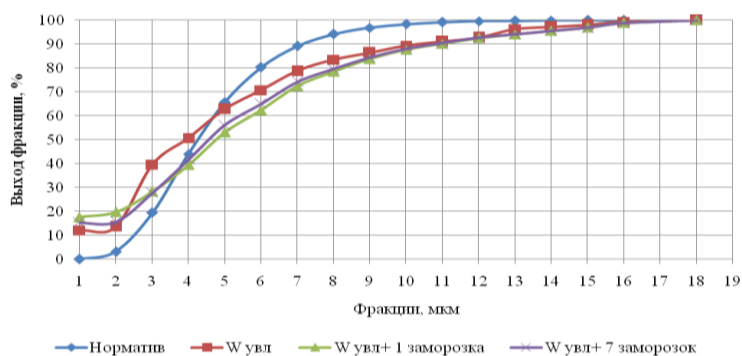


Рисунок 3б – Результаты сравнения гранулометрических характеристик проб угля с предварительно увлажненных проб угля с нормативом

При оценке форм частиц по аэродинамическому диаметру (коэффициенту сферичности), установлено, что коэффициент сферичности равен 0,41 для проб как с естественной влажностью, так и с предварительным увлажнением. Анализируя форму частиц при однократном и 7-кратном цикле промерзания-оттаивания, наблюдается изменение коэффициента сферичности до 0,35, что приводит к изменению формы частиц от пластинчатой к

пластинчато-звездчатой. Образующиеся частицы имеют большее количество острых углов (в среднем увеличивается на 3 угла). Это может привести к увеличению числа осевших частиц в легких и к развитию пневмокониозов (Рисунки 4 и 5).

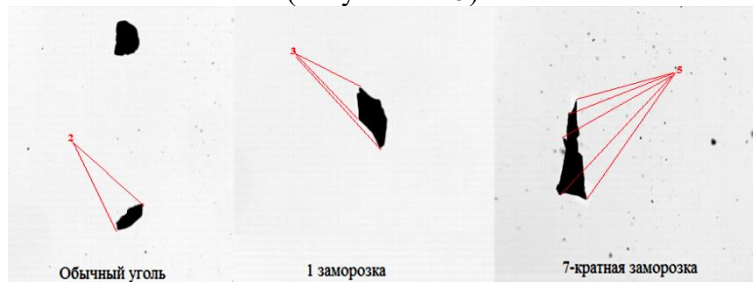


Рисунок 4 – Вид частиц проб 0-0,2 мм при фотосъемке установкой CamsizerXT с естественной влажностью

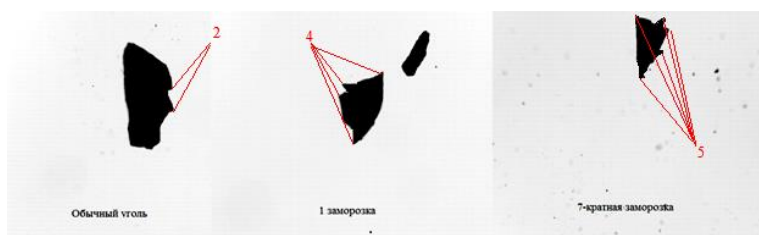


Рисунок 5 – Вид частиц проб 0-0,2 мм при фотосъемке установкой CamsizerXT с предварительным увлажнением

Таким образом, пылеобразование при циклическом криогенном воздействии превышает значения выхода респираторных частиц, которые установлены стандартом, поэтому необходимо учитывать изменение пылеобразования респираторной пыли при циклическом криогенном воздействии и, в дальнейшем, учитывать характер влияния формы исследуемых респираторных частиц для оценки пылевой нагрузки.

3. Оценка пылевой нагрузки на работников угольных разрезов криолитозоны должна осуществляться с учетом годовой вариативности определяющих факторов: уровня пылеобразования, фракционного состава респираторной пыли, тяжести труда.

В настоящее время установлена зависимость энергетических затрат работников от температуры воздуха. При этом, поскольку скорость дыхания зависит от тяжести работы, она также увеличивается при понижении температуры. На рисунке 6 представлен график изменения объема легочной вентиляции при различных температурах воздуха для работ средней тяжести. Из рисунка следует, что при понижении температуры объем легочной вентиляции может возрастать, почти в 1,5 раза, что необходимо учитывать при определении пылевой нагрузки.

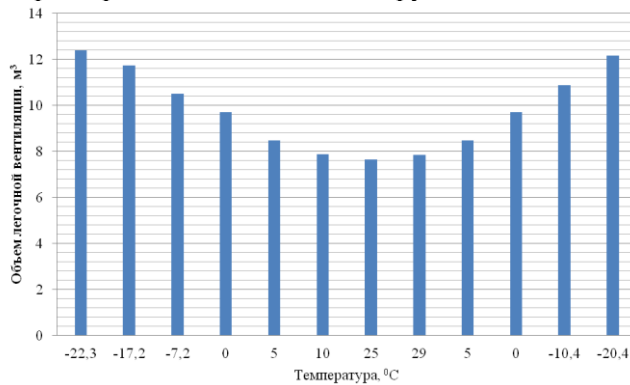


Рисунок 6 – График изменения объема легочной вентиляции от энергетических затрат при различных температурах воздуха для работ средней тяжести

Объем легочной вентиляции работника на выполнение i -ой операции (m^3):

$$V_{\text{дых}}^i = \frac{(4,93e^{0,005|\mathcal{E}(t)|}) \cdot \tau^i}{1000}, \quad (2)$$

где $|\mathcal{E}(t)|$ – энергозатраты работника на выполнение i -ой операции, зависящие от температуры воздуха, τ^i – время на выполнение i -ой операции, мин;

Суммарная пылевая нагрузка:

$$ПН = (C_{с.с.} \cdot V_{\text{дых}}^i + C_{с.с.} \cdot V_{\text{дых}}^3 \cdot K_{в.р.}) \cdot N \cdot T, \quad (3)$$

где $C_{с.с}$ – фактическая среднесменная концентрация пыли в зоне дыхания работника, мг/м³; $V_{дых}^1$ и $V_{дых}^3$ – суммарный объем легочной вентиляции в летний и в зимний период, м³; $K_{вр}$ – коэффициент увеличения содержания мелкодисперсной пыли в воздухе (варьируется от 1,03 до 1,32 в зависимости от месяца года); N – количество смен в году, смен; T – количество лет контакта с аэрозолями преимущественно фиброгенного действия, лет.

В таблице 2 приведены результаты расчета пылевой нагрузки по двум методам (по ГОСТ Р 54578-2011 и по разработанному) для различных температур воздуха. Из таблицы следует, что по предложенному методу результаты выше в 2-3 раза, что доказывает необходимость изменения существующего метода оценки пылевой нагрузки и учет вариативности пылевой нагрузки в течение года. Если данный показатель не учитывается, то пылевая нагрузка занижается на рабочих в среднем в 2,5 раза. Причем для северных регионов, для которых характерна большая длительность зимнего периода пылевая нагрузка будет значительно больше.

Для наглядности, на рисунке 7 приведена диаграмма результатов сравнительных расчетов изменения пылевой нагрузки (мг/мес) в различные месяцы года по методике ГОСТ и по предложенному методу для Красноярского края.

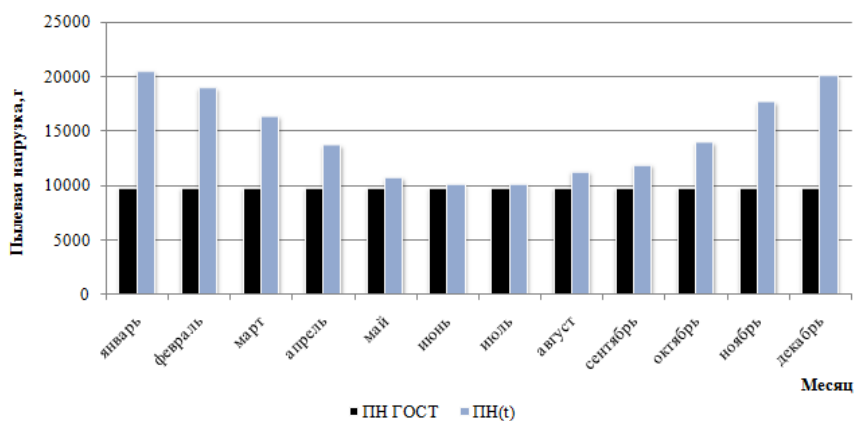


Рисунок 7 – Изменение пылевой нагрузки (мг/мес) в различные месяцы года по методике ГОСТ и по разработанному методу

Для оценки работы в северных условиях труда, а также для расчета допустимого стажа работы, необходимо сопоставление фактических и контрольных уровней пылевой нагрузки. В таблице 3 представлены значения контрольных пылевых нагрузок по ГОСТ Р 54578-2011 и по предложенным значениям ПДК ($PM_{2,5}=25 \text{ мкг/м}^3$) для стран: Великобритания, США и ЕС.

По разработанному методу были выполнены многовариантные расчеты и сделано районирование основных горнодобывающих регионов страны по ожидаемой пылевой нагрузке. На рисунке 8 представлена карта России, показывающая во сколько раз значения пылевой нагрузки по предложенному методу больше значения пылевой нагрузки, рассчитанной по ГОСТу.

Таблица 2 – Расчет среднемесячной пылевой нагрузки (мг/мес)

Температура воздуха, °С	0	-10	-15	-20	-25	-30
Пылевая нагрузка (ГОСТ)	9835	9835	9835	9835	9835	9835
Пылевая нагрузка по разработанному методу	21499	24346	25835	27367	28943	30562
Превышение	2,19	2,48	2,63	2,78	2,94	3,11

Таблица 3 – Сравнение показателей пылевой нагрузки (ПН) и контрольной пылевой нагрузки (КПН) в РФ и пылевой нагрузки по разработанному методу с учетом ПДК ($PM_{2,5}$)

КПН (ГОСТ)	ПН/КПН(ГОСТ)	КПН ($PM_{2,5}$)	ПН(t)/КПН($PM_{2,5}$)
25131 мг/год	6 раз	87,11 мг/год	20 раз
Допустимый стаж работы в данных условиях			
4,16 года		0,6 года	

Наибольшими коэффициентами увеличения пылевой нагрузки по отношению к расчетам ГОСТ относятся такие регионы как республика Саха(Якутия), Магаданская область и Чукотский АО с коэффициентами $k = 2,08-2,21$. Также большой коэффициент

($k = 1,71-1,98$) характерен для Мурманской, Читинской, Пермской и Кемеровской областей, Красноярского края, республики Коми.

Районирование показывает, что основная часть горнодобывающих регионов находится в условиях увеличенных показателей пылевой нагрузки. Данное районирование должно учитываться и являться основанием для разработки новых правил нормирования и оценки условий труда по пылевому фактору для каждого региона по отдельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные и практические результаты:

1. На основе экспертной оценки установлено, что определяющим фактором, который должен учитываться при разработке метода пылевой нагрузки на рабочих угольных разрезов криолитозоны, является вариативность тяжести труда и пылеобразования в течение годового производственного цикла.
2. Доказано, что циклические криогенные воздействия увеличивают выход респираторной угольной пыли, в среднем, на 10-25%, при этом предварительное увлажнение угля практически не влияет на полученный результат.
3. Установлено, что коэффициент сферичности при воздействии циклов промерзания-оттаивания снижается с 0,41 до 0,35, а форма частиц переходит от пластинчатой к пластинчато-звездчатой, при этом количество острых углов в среднем увеличивается на 3 угла.
4. Доказана необходимость учета изменения пылеобразования респираторной пыли в зависимости от температуры окружающего воздуха при численной оценке пылевой нагрузки.
5. Обоснован и разработан метод расчета пылевой нагрузки, учитывающий годовую вариативность тяжести труда и уровня пылеобразования.
6. Установлено, что введение предложенных показателей в метод оценки пылевой нагрузки, приводит к существенным расхождениям с расчетами по общепринятой нормативной методике (ГОСТ Р 54578-2011). Причем, с понижением среднегодовой

температуры воздуха и длительности зимнего периода показатель пылевой нагрузки увеличивается.

7. Разработанное районирование основных горнодобывающих регионов страны по ожидаемой пылевой нагрузке показало, что основная часть горнодобывающих регионов находится в условиях увеличенных показателей пылевой нагрузки. Данное районирование должно учитываться и являться основанием для разработки новых правил нормирования и оценки условий труда по пылевому фактору для каждого региона.

Публикации по теме диссертации

В изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России:

1. Далбаева Е.П. Обоснование эффективных мер борьбы с пылью на карьерах криолитозоны / Е.П. Далбаева // Журнал «Записки Горного института», Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», СПб – 2014 г., С. 110-111

2. Галкин А.Ф. Методика оценки условий труда по пылевому фактору/ А.Ф. Галкин, А.В. Дормидонтов, Е.П. Обожина // Горный информационно-аналитический бюллетень «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке», спец.выпуск 7 – 2015 г., С. 396-400

3. Обожина Е.П. Исследование пылеобразования углей при циклических криогенных воздействиях // Горный информационно-аналитический бюллетень «Горное дело в XXI веке: технологии, наука, образование-2», спец.выпуск 60-2 – 2015., С. 367-373

Публикации в международной базе цитирования Scopus:

4. Обожина Е.П. Efficiency of dust suppression in operation of open pit mines during winter period/ А.Ф. Галкин, А.В. Дормидонтов, Е.П. Обожина // 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017, www.sgem.org, SGEM 2017 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-00-1 / ISSN 1314-2704, 29 June - 5 July, 2017, Vol. 17, Issue 13, 299-304 pp, DOI: 10.5593/sgem2017/13/S03.038.

В прочих изданиях:

5. Далбаева Е.П. Обоснование эффективных мер борьбы с пылью на карьерах криолитозоны / Е.П. Далбаева Тезисы докладов на Международном форум-конкурсе молодых ученых 24-26 апреля

2013 г./ Проблемы недропользования: Сборник научных трудов. Часть I/ Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». – СПб. – 2013, С. 130.

6. Далбаева Е.П. Разработка способа уменьшения риска профессиональных заболеваний на карьерах криолитозоны// Международная научно-практическая конференция, посвященная 10-летию юбилею горного отделения Улан-Удэнского инженерно-педагогического колледжа. –Улан-Удэ – 26 сентября 2013, С.37-41

7. Далбаева Е.П. Исследование пылеобразования углей при циклических криогенных воздействиях // Е.П. Далбаева Тезисы докладов на Международном форум-конкурсе молодых ученых. Проблемы недропользования. – СПб. – 23-25 апреля 2014., С.190

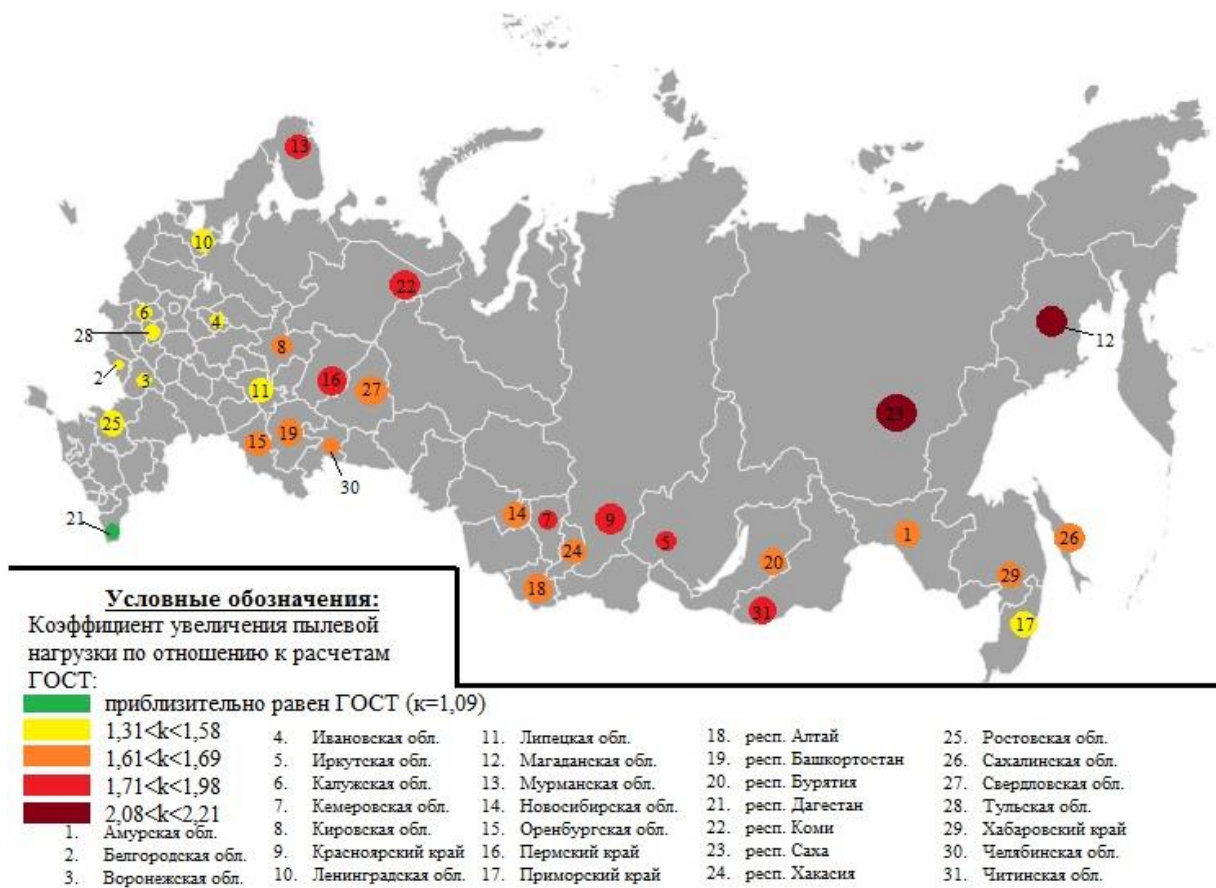


Рисунок 8 - Районирование территории РФ по превышению ожидаемой годовой пылевой нагрузки на горнорабочих