

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научно-инновационной
деятельности Федерального
государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего
образования «Санкт-Петербургский
горный университет»

доктор технических наук, профессор



Паникович Мария Анатольевна

«12» сентября 2020 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»

на диссертационную работу Ворошилова Ярослава Сергеевича
**«НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ
ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПЫЛЕВОЙ ОБСТАНОВКИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК
УГОЛЬНЫХ ШАХТ С УЧЕТОМ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА»**,
представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специ-
альности 05.26.01 – «Охрана труда (горная промышленность)»

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, библиографического списка из 265 наименований, содержит 308 страниц основного текста, включая 86 рисунков и 36 таблиц.

1. Актуальность работы

Приоритетным направлением государственной политики в области охраны труда является сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности. Особое значение принципы, определяемые этой политикой, имеют для угольной отрасли, в том числе для такого угледобывающего региона, которым является Кузбасс, на долю которого приходится более половины (58 %) всего добываемого в стране угля и 75 % углей коксующихся марок. Общая тенденция к снижению аварийности, травматизма и профессиональной заболеваемости персонала угольных шахт периодически нарушается крупными авариями с участием взрывов метана и угольной пыли. Продолжает оставаться высоким уровень профессиональных заболеваний, вызванных воздействием угольной пыли на организм шахтёров. В Кузбассе уровень профессиональных заболеваний в среднем в 7-8 раз выше, чем в других регионах России.

На формирование пылевой обстановки на действующих шахтах оказывает влияние значительная интенсификация работ, обусловленная использованием современного высокопроизводительного оборудования, и развитием технологий гор-

но-шахтного производства. За счет этого среднесуточная нагрузка на очистной забой за последние 15 лет возросла в четыре раза.

В процессе добычи угля образуется наиболее опасная для людей респираторная фракция витающей угольной пыли, воздействие которой приводит к завышению максимально допустимого стажа работы и несвоевременности проведения лечебно-профилактических мероприятий.

Вследствие превалирующего присутствия в шахтном воздухе мелкодисперсных фракций пыли традиционные способы контроля пылевой обстановки перестали отвечать требованиям обеспечения оперативного контроля пылевой обстановки в выработках угольных шахт и, как следствие, невозможности своевременного принятия необходимых мер по снижению рисков аварийности и профессиональной заболеваемости.

В этой связи, тема диссертационной работы, посвящённая научному обоснованию и разработке технических решений для контроля пылевой обстановки выработок угольных шахт, несомненно, **актуальна**.

В рецензируемой диссертационной работе выполнен широкий комплекс теоретических и экспериментальных исследований, рассмотрение которых позволило сформулировать основные научные результаты рецензируемой работы и их научную новизну.

2. Основные научные результаты

Автором выносятся на защиту пять научных положений, каждое из которых является итогом решения сформулированных в работе задач исследований. Реализованный в диссертации комплексный подход, включает теоретические и экспериментальные исследования процессов пылеобразования при разрушении угля; разработку ряда методик, обеспечивающих всесторонний оперативный контроль пылевого фактора в угольных шахтах, а также систему управления человеческим фактором для снижения профессиональных заболеваний пылевой этиологии.

Наиболее значимыми из научных результатов, полученных в диссертационной работе, следует считать:

- доказательство независимости от типа нагружения механизма разрушения угля с преобладанием выхода фракций 0 - 0,01 мм;
- установленные свойства пространственной пористой структуры каменных углей, характеризующиеся ярко выраженным фрактальным характером с размерностью 2,35-2,45 в интервале фракций 0,1-50 мм;
- определение величины фрактальной размерности константы скорости низкотемпературного окисления угля, равной 2,5, являющейся характеристикой эндогенной пожароопасности;
- обоснование метода прямого измерения выхода диоксида углерода пробы смеси инертной и угольной пыли, позволяющего выполнять оценку пылевзрывобезопасности выработок угольных шахт;
- обоснование способа измерения массовой концентрации угольной пыли в воздухе горных выработок, основанного на определении изменения аэродинамиче-

ского сопротивления фильтрующего элемента при прохождении через него пылевоздушной среды в течение заданного времени;

- разработка методологии измерения массовой концентрации витающей угольной пыли в воздухе рабочей зоны на основе рассеяния оптического излучения;

- доказательство целесообразности применения оптического метода для автоматического контроля концентрации витающей пыли с последующей передачей данных измерений на диспетчерский пункт шахты;

- предложение определять человеческий фактор, как изменяющуюся во времени и пространстве разность между фактическим уровнем способностей человека и требуемым уровнем способностей, что даёт возможность для количественной оценки его влияния на безопасность.

3. Научная новизна диссертации

Результаты проведённых автором исследований дают основание для формулировки следующих положений, характеризующих научную новизну диссертационной работы:

- установлена на различных масштабных уровнях фрактальная структура минеральных включений и систем пор и корреляционная связь между фрактальной размерностью внутренних структур угля и фрактальной размерностью поверхности частиц разрушенного угля за счёт реализации предложенной математической модели упруго-вязкопластической деформации и разрушения угля на мезоскопическом масштабном уровне;

- разработана оригинальная методика контроля пылевзрывобезопасности угольных шахт, позволяющая с высокой точностью производить измерения концентрации инертной пыли в ее смеси с угольной пылью и осуществлять контроль качества осланцевания горных выработок;

- предложена методика контроля содержания витающей угольной пыли в воздухе горных выработок, основанная на автоматическом определении аэродинамического сопротивления фильтрующего элемента с последующим расчетом массовой концентрации угольной пыли;

- разработана новая методика измерения витающей угольной пыли в воздухе шахт, основанная на рассеянии инфракрасного излучения и позволяющая осуществлять непрерывный автоматический контроль пылевой обстановки;

- построена концептуальная модель управления человеческим фактором, которая позволила связать исследования механизмов разрушения угля, методики контроля пылевзрывобезопасности угольных шахт и содержания витающей угольной пыли в воздухе горных выработок с проблемой обеспечения безопасности по пылевому фактору.

Научная новизна в достаточной мере обоснована результатами проведенных исследований, а также результатами апробации предложенных решений в системе управления охраной труда на угольных шахтах России.

4. Научное значение работы

Научное значение работы состоит в разработке методологии и технических средств оперативного мониторинга пылевой обстановки в угольных шахтах для превентивного принятия управленческих решений, направленных на снижение рисков взрывов угольной пыли и уменьшение пылевой нагрузки на горнорабочих, что позволяет повысить уровень аэрологической безопасности при разработке угольных месторождений подземным способом.

5. Практическая ценность и рекомендации по использованию полученных результатов работы

Практическая ценность проведённых исследований заключается в:

- разработке технического устройства для измерения качества осланцевания горных выработок и оснастить этими устройствами угольные шахты России (свыше 2 000);

- разработке технического устройства для измерения витающей угольной пыли в воздухе горных выработок и оснастить данными устройствами угольные предприятия России (более 1 000 шахт);

- разработке технического устройства для автоматического мониторинга пылевой обстановки в угольных шахтах, позволившие расширить возможности системы аэрогазового контроля на угольных шахтах, и оснастить устройствами предприятия топливно-энергетического комплекса России (более 3 000 шахт);

- усовершенствование системы аэродинамического и газового контроля на угольных шахтах;

- разработке электронного взрывозащищённого носителя персональной системы управления человеческим фактором.

Технические средства измерений, разработанные на основе результатов выполненных научных исследований, используются ООО «Кузбасским региональным горным центром охраны труда», для оснащения угольных шахт России.

Созданные автором на основе разработанных методик устройства были отмечены дипломами и медалями Международных выставок-ярмарок.

Результаты исследований, позволяющие повысить эффективность производства за счёт снижения уровней травматизма и профессиональных заболеваний и получить значительный экономический эффект, могут быть рекомендованы для использования на угольных шахтах других регионов России.

6. Обоснованность защищаемых положений, выводов и рекомендаций

Достоверность основных научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается: корректным применением методов математического моделирования на основе модели упруго-вязкопластической деформации и разрушения угля, удовлетворительной сходимостью результатов математического моделирования с экспериментальными данными, применением для инструментальных измерений современных методик, использующих компьютерную томографию и оптическое излучение, положительным опытом внедрения разработанных технических средств измерений на угольных шахтах, непротиворечивостью полученных результатов с дан-

ными других авторов; апробированием результатов диссертационной работы в открытой печати.

7. Оформление диссертации

Оформление диссертации и автореферата полностью соответствуют ГОСТ 7.0.11 – 2011 – «Диссертация и автореферат диссертации».

Диссертация и автореферат изложены понятным языком с использованием современной научно-технической терминологии. Стилль диссертации и автореферата соответствуют уровню научного изложения работ по горной тематике. Текст диссертации проиллюстрирован достаточным количеством схем и графиков.

Автореферат соответствует материалам, представленным в диссертации.

8. Замечания по работе

Рецензируемая диссертационная работа не лишена и ряда недостатков. К основным из них следует отнести:

1. В формулировке идеи работы говорится о влиянии человеческого фактора на реализацию эффективных управленческих решений, направленных на повышение уровня охраны труда и безопасности производственных процессов, минимизацию рисков профессиональных заболеваний, вызванных запылённостью воздуха горных выработок и взрывов угольной пыли (стр.6. диссертационной работы.). Однако из содержания работы не вполне понятно, каким образом осуществляется практический выбор этих решений с учётом человеческого фактора?

2. Во втором защищаемом положении диссертационной работы утверждается, что «прямое определение объёма выделившегося газа при воздействии раствора лимонной кислоты на смесь сланцевой и угольной пыли для измерения количество сланцевой пыли в пробе, позволяет обеспечить контроль пылевзрывозащиты за счёт оценки качества осланцевания..». Между тем, из дальнейшего содержания не следует, каким образом соотношение между содержанием в пробе сланцевой и угольной пыли определяет эффективность осланцевания и, как следствие, уровень пылевзрывозащиты?

3. В диссертационной работе в результате реализации математической модели упруго-вязкопластической деформации и разрушения угля на мезоскопическом масштабном уровне рассчитан дисперсный состав образующейся (рис.2.23 - 2.25 на стр.117,118). Использование этих результатов позволит осуществлять прогноз дисперсного состава пыли и разрабатывать превентивные мероприятия по снижению ее концентрации в воздухе. Для получения этих результатов автором использован «численный метод, аналогичный методу Уилкинса». Однако, в диссертации совсем не раскрываются особенности применения этого метода. Более того, в тексте даже отсутствует ссылка на литературный источник, где даётся его описание. В этой связи, возникают вопросы к степени обоснованности полученных расчётных результатов.

4. На стр. 204 диссертационной работы приведена формула для расчёта фильтрации. В эту формулу в знаменателе правой части фигурирует сумма сопротивления

фильтрующего элемента и «параметра слоя осадок». На наш взгляд, «параметр слоя осадок» должен также иметь смысл сопротивления слоя осадка. Кроме того, в этой формуле терминологически более правильно называть величину ΔP , не «дельтой давлений», а разность или перепадом давления.

5. В тексте диссертации имеется ряд неточностей технического характера, Например, в выводах по главе 2 во втором положении (стр.142) и в заключении (стр. 279) фрактальная размерность внутренних структур оценивается величиной 2,35 - 2,58. В тоже время в формулировке научной новизны (стр.8) эта величина находится в интервале 2,35-2,45.

6. В тексте диссертационной работы имеется большой объем вспомогательного материала, который не влияет на основные выводы и может быть без ущерба исключён из содержания (например, рис.3.19 на стр.170; Табл.3.4, 3.5 на стр.171,172 и т.п.).

Указанные замечания носят рекомендательный характер, не снижают научно-практическую ценность диссертационного исследования Я.С.Ворошилова и не влияют на общую положительную оценку работы.

9. Оценка диссертационной работы

Диссертационная работа Ворошилова Ярослава Сергеевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена крупная научно-техническая проблема, имеющая большое значение для угольной промышленности России. Разработанные в диссертации научно-методические основы и технические средства позволяют обеспечить комплексный оперативный контроль пылевой обстановки на угольных шахтах, что, в конечном итоге, приводит к снижению рисков аварий, связанных с взрывами угольной пыли и рисков профессиональных заболеваний пылевой этиологии.

Использование предлагаемых в диссертации практических рекомендаций и инженерных решений приведёт к значительному социально-экономическому эффекту за счёт своевременной реализации управленческих решений по обеспечению аэрологической безопасности по пылевому фактору.

Результаты проведённых исследований достаточно полно представлены в 44 печатных научных работах соискателя, в том числе в 24 изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Таким образом, диссертация Я.С.Ворошилова написана на актуальную тему, имеет научную новизну и практическую ценность.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.26.01. – «Охрана труда (горная промышленность)».

Представленная диссертационная работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, которым должна отвечать диссертации на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор Ворошилов Ярослав Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.26.01 – «Охрана труда (горная промышленность)».

Отзыв обсуждён и одобрен на заседании кафедры безопасности производства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

В заседании приняли участие 26 человек. Решение принято в результате открытого голосования:

Протокол № 1 от «02» сентября 2020 года.

Голосовали «за» – 26 чел.; «против» – нет; «воздержались» – нет.

Заведующий кафедрой,
доктор технических наук
(специальность 05.26.01),
профессор

Рудаков Марат Леонидович

Секретарь

Гаспарьян Людмила Константиновна

02 сентября 2020

Подписи председателя Рудакова Марата Леонидовича,
секретаря Гаспарьян Людмилы Константиновны подтверждаю и заверяю:

Начальник отдела делопроизводства



Яновицкая Елена Рауфовна

Почтовый адрес: 199106, город Санкт-Петербург, линия 21-я Васильевский остров, дом 2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

Телефон: 8 (812) 328-82-00

E-mail: rectorat@spmi.ru