

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор ФГАОУ ВО  
«Национальный исследовательский  
технологический университет  
«МИСИС» по науке и инновациям,  
д.т.н., проф. Филонов М.Р.



2025 г.

## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» на докторскую работу Трубицыной Дарьи Анатольевны «Обоснование закономерностей аэродинамических процессов пылевоздушной смеси в выработках угольных шахт», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

На рецензию представлена рукопись докторской работы полным объемом 129 с. машинописного текста, в том числе 44 рисунка, 7 таблиц, 2 приложения и список литературы из 131 наименования. Работа содержит введение, 4 основных раздела и заключение.

### Актуальность темы докторской работы

Докторская работа Трубицыной Д.А. посвящена изучению закономерностей аэродинамических процессов пылевоздушных смесей в выработках угольных шахт и направлена на разработку комплексной автоматизированной системы для непрерывного контроля аэродинамических процессов образования взрывоопасного состава пылевоздушной смеси в рудничной атмосфере.

Взрывы пыле-метановоздушной смеси являются основной причиной аварий на угольных шахтах России и мира, влекущих за собой гибель шахтеров. Несмотря на нормативные требования по обеспечению безопасности в угольных шахтах средствами непрерывного автоматизированного контроля рудничной атмосферы и интенсивности пылеотложений, в текущих системах контроля отсутствуют эффективные методы, позволяющие в рамках единой многофункциональной системы одновременно контролировать образование взрывоопасного состава пылевоздушной смеси и интенсивность пылеотложений.

Поэтому исследование, направленное на разработку комплексной автоматизированной системы для непрерывного контроля аэродинамических процессов образования взрывоопасного состава и концентрации пылевоздушной смеси в рудничной атмосфере, а также величины интенсивности пылеотложений, является актуальным. Решение данной проблемы повысит уровень безопасности в угольных шахтах, снизит риск аварийных ситуаций и улучшит условия труда шахтеров.

Таким образом, изучение закономерностей аэродинамических процессов пылевоздушной смеси в выработках угольных шахт и создание системы контроля аэродинамических параметров воздуха горных выработок для контроля пылеотложения, как с научной, так и с практической точки зрения является актуальным направлением в разработке новых методов контроля аэродинамических процессов для угольных шахт.

### **Научная новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

При выполнении диссертационной работы, автором был проведен комплексный анализ состояния аэродинамических процессов по сети горных выработок. Были изучены данные различных угольных шахт Кузбасса и установлены зависимости интенсивности пылеотложения от запыленности рудничной атмосферы, распределения концентрации шахтного аэрозоля и интенсивности пылеотложения по длине выработки от марочного состава угля и других параметров аэродинамического состояния атмосферы. Эти зависимости позволяют более точно прогнозировать и контролировать пылевые процессы в шахтах. В работе применялись современные методы исследования, включая шахтные и лабораторные исследования.

В проведенном исследовании представлены и проанализированы данные о том, каким образом марочный состав и степень метаморфизма угля влияют на дисперсность аэрозоля и плотность распределения пылевоздушной смеси при разрушении горного массива. Определено, что дисперсный состав аэрозоля в диапазоне размеров частиц до 100 мкм каменных углей высокой стадии метаморфизма характеризуется мономодальным распределением с преимущественным содержанием фракций до 30 мкм. Угли марок Д и Г имеют полимодальное распределение с максимумом весовых долей фракций в диапазонах 30 и 60 мкм. Плотность распределения фракций зависит от марочного состава. С ростом степени метаморфизма угля плотность распределения пылевых фракций сдвигается на 20-25% в сторону увеличения выхода мелких фракций пыли для углей марок К и Ж. Показано влияние влажности и скорость воздуха рабочей зоны на уровень интенсивности пылеотложения по сети горных выработок.

Другим значимым результатом диссертационной работы является научное обоснование использования спектрального показателя ослабления электромагнитной волны для определения и контроля концентрации аэрозоля в рудничной атмосфере и его дисперсного состава.

В диссертационной работе разработан алгоритм и метод контроля запыленности рудничной атмосферы и интенсивности пылеотложений в горной выработке в реальном времени. Разработана подсистема многофункциональной системы безопасности шахты - система непрерывного автоматического контроля запыленности шахтной атмосферы и интенсивности пылеотложений на основе оптического метода малых углов рассеяния с применением нескольких приемников оптического излучения, расположенных под разными углами.

Научная новизна работы отражена в основных положениях диссертации.

### **Научно-практическая значимость полученных соискателем результатов**

Диссертационная работа Трубицыной Дарьи Анатольевны, помимо научного интереса, имеет важное практическое значение. По результатам проведенного исследования, автором был создан прибор контроля интенсивности пылеотложения по сети горных выработок для угольных шахт. Использование оптического метода малых углов рассеяния, который применен в приборе для контроля концентрации аэрозоля рудничной атмосферы представляет собой инновационный подход, который может быть развит и адаптирован для других областей применения.

Разработанные методики контроля запыленности рудничной атмосферы и интенсивности пылеотложений в реальном времени могут быть использованы в дальнейших научных исследованиях для уточнения и совершенствования моделей аэродинамических процессов в горных выработках.

Наиболее значимым результатом проведенного исследования является разработка системы непрерывного автоматического контроля запыленности шахтной атмосферы и интенсивности пылеотложений, позволяющая контролировать состояние шахтной атмосферы, изучать аэродинамические состояния по сети горных выработок, оперативно выявлять и предотвращать опасные концентрации пыли, что значительно повышает безопасность работников и снижает риск аварийных ситуаций.

Полученные соискателем результаты имеют высокую научно-практическую значимость и могут быть успешно использованы как в научных исследованиях, так и в практической деятельности горнодобывающих предприятий. Внедрение разработанных методик и систем контроля позволит значительно повысить безопасность и эффективность горных работ, что является важным шагом в развитии горнодобывающей отрасли.

## **Достоверность полученных результатов, выводов и практических рекомендаций**

В работе использованы современные методы исследования, включая лабораторные и шахтные испытания, моделирование и теоретический анализ физических и информационных процессов. Это обеспечивает высокую достоверность и надежность полученных данных. Полученные данные не вызывают сомнений, так как достоверность их статистически подтверждена. Выводы и практические рекомендации закономерно вытекают из результатов исследования и подтверждают положения, выносимые на защиту. Результаты исследований сравнивались с данными, полученными в предыдущих исследованиях и нормативными требованиями. Высокая степень соответствия подтверждает достоверность выводов. Также обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается результатами метрологических испытаний прибора, полученных для внесения в Госреестр средств измерений и сравнительным анализом результатов расчетного метода и шахтных испытаний.

## **Структура и содержание работы**

Диссертационная работа имеет традиционную структуру, состоит из введения, 4 глав, заключения, 2 приложений и списка использованной литературы. Работа изложена на 129 страницах, результаты диссертационной работы иллюстрированы 44 рисунками, 7 таблицами и 2 приложениями, что облегчает понимание и восприятие материала. Библиографический указатель включает 131 работу цитируемых авторов, включая отечественные и иностранные источники. Выводы, сделанные автором на основании результатов проведенного исследования, четко сформированы и обоснованы, логично вытекают из представленного материала, полностью отражают содержание диссертации и соответствуют поставленным задачам.

## **Публикации по теме диссертации**

Основные результаты исследования изложены в 18 научных работах, в том числе 11 – в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, а также получены 5 патентов РФ.

Основные положения докладывались на заседаниях Техсоветов Ростехнадзора; конференциях «Неделя горняка» (г. Москва, 2017-2018 гг.); на Российском Угольном Саммите (г. Москва, 2022 г.); на X Международном научном форуме Донецкой Народной Республики «Инновационные перспективы Донбасса: инфраструктурное и социально-экономическое развитие» (г. Донецк, 2024 г.).

## **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы**

Результаты, полученные в исследовании, рекомендованы для применения в области машинного зрения для эффективного позиционирования в беспилотных проектах. Данные, полученные с помощью разработанного прибора, рекомендуется использовать для корректировки работы вентиляционных установок с целью снижения потребления электроэнергии в часы пиковой нагрузки, а также для прогнозирования угроз и оптимизации мер по управлению аэродинамическими процессами. Результаты и выводы диссертационной работы Трубицыной Дарьи Анатольевны имеют высокую научно-практическую значимость и могут быть успешно использованы для повышения безопасности и эффективности горных работ. Внедрение разработанных методик и систем контроля, а также дальнейшие исследования в области рудничной аэрогазодинамики позволяют значительно улучшить условия труда шахтеров и снизить риск аварийных ситуаций в угольных шахтах.

### **По диссертации имеются следующие замечания:**

1. При описании методики контроля интенсивности пылеотложений в горных выработках угольных шахт (диссертация р. 2.6) необходима заключительная часть, посвященная методам обработки результатов и получению выводов.
2. Пункты 5 и 8 в выводах по 2-й главе целесообразно объединить.
3. В таблице 4.1 единицы измерения отложившейся пыли указаны неверно.
4. Целесообразно научно обосновать места установки приборов СКИП.
5. Работа значительно выиграла, если бы автор представил информацию о выявленных проблемах прибора и проведенных доработках.

Указанные замечания по работе не снижают ее значимость, актуальность диссертации и научную ценность полученных результатов исследования.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Диссертационная работа Трубицыной Дарьи Анатольевны «Обоснование закономерностей аэродинамических процессов пылевоздушной смеси в выработках угольных шахт» является законченной научно-квалификационной работой, содержит новые решения актуальной научно-практической задачи автоматического контроля аэродинамических процессов пылевоздушной смеси в выработках угольных шахт.

Научная новизна, достоверность и объективность материалов исследования, практическая значимость полученных результатов позволяют считать, что диссертационная работа Трубицыной Дарьи Анатольевны полностью соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г №842 (с изменениями в редакции

постановлений Правительства Российской Федерации от 21.04.2016 №335, от 02.08.2019 г. №748), предъявляемых к кандидатским диссертациям, а диссертант заслуживает присуждения искомойченой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэrogазодинамика и горная теплофизика.

Отзыв о научно-практической значимости диссертации Трубицыной Д.А. на тему «Обоснование закономерностей аэродинамических процессов пылевоздушной смеси в выработках угольных шахт» обсужден на заседании кафедры БЭГП «23» января 2025 года (протокол № 4)

Председатель:

Зав. каф. БЭГП

К.С. Коликов

23.01.25

Секретарь:

А.А. Куликова

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», 119049, Москва, Ленинский пр-т, д. 4, стр. 1.