

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.7
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 16.07.2025 № 24

О присуждении Спицыну Андрею Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение безопасности труда работников угольных шахт по пылевому фактору с применением гидрогеля» по специальности 2.10.3. Безопасность труда принята к защите 15.05.2025, протокол заседания № 12, диссертационным советом ГУ.7 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 06.02.2023 № 155 адм, с изменениями от 13.07.2023 № 1090 адм, от 29.12.2023 № 1965 адм, от 11.11.2024 № 1690 адм.

Соискатель, Спицын Андрей Александрович, 13 августа 1998 года рождения, в 2021 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по специальности 21.05.04 Горное дело.

С 01.10.2021 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры безопасности производств федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре безопасности производств федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Коршунов Геннадий Иванович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра безопасности производств, профессор кафедры.

Официальные оппоненты:

Романченко Сергей Борисович – доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский

ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», отдел 3.4. Моделирования пожаров и нестандартного проектирования, ведущий научный сотрудник;

Кобылкин Александр Сергеевич – кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, лаборатория 2.2. Геотехнологических рисков при освоении газоносных угольных и рудных месторождений, старший научный сотрудник; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»**, г. Кемерово, в своем положительном отзыве, подписанном Михайловым Владимиром Геннадьевичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Аэрологии, охраны труда и природы», Аносовой Юлией Васильевной, старшим преподавателем той же кафедры, секретарем заседания и утвержденном Яковлевым Алексеем Николаевичем, ректором, указала, что теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в разработке новых научных положений и практических решений в области борьбы с угольной пылью в шахтах.

Соискатель имеет 5 опубликованных работ, в том числе в 3 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus). Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Общий объем – 4,25 печатных листов, в том числе 2.15 печатных листа - соискателя.

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. Коршунов, Г.И. Разработка способа снижения выделения респираторной фракции пыли в атмосферу разреза за счет рекультивации пылящих источников / Г.И. Коршунов, А.А. Спицын, В.А. Баженова // Безопасность труда в промышленности. – 2022. – № 6. – С. 27-32 (№362 Перечня ВАК-МБД ред. 12.04.2022).

Соискателем проведен анализ динамики объемов добычи угля в Российской Федерации, выявлены проблемы, связанные с повышенной запыленностью при ведении открытых горных работ, а также проведены лабораторные исследования по оценке влияния применения органических удобрений на изменение состояния плодородия почвы и разработана технология защиты пылящих поверхностей от ветровой эрозии.

2. Коршунов, Г.И. Применение метода снижения запыленности в угольных шахтах / Г.И. Коршунов, **А.А. Спицын**, Н.А. Онегов, С.И. Фитерман // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2024. – Т. 13, № 2(66). – С. 250-255 (№160 Перечня ВАК ред. 10.06.2024).

Соискателем проведен анализ по производственному травматизму и профессиональным заболеваниям органов дыхания на российских и зарубежных угольных шахтах. Выделены основные средства и мероприятия по предупреждению и предотвращению взрыва угольной пыли, а также средства по снижению запыленности. Установлены основные эксплуатационные характеристики гидрогеля.

3. Коршунов, Г.И. Повышение безопасности труда работников угольных шахт по пылевому фактору на основе использования гидрогеля / Г.И. Коршунов, А.В. Корнев, **А.А. Спицын** // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2025. – № 4. – С. 5–22. (№569 Перечня ВАК-МБД ред. 31.12.2023).

Соискателем выявлены основные недостатки применяемого осланцевания, а также количество нарушений, связанных с организацией и проведением мероприятий пылевзрывозащиты. При проведении шахтного эксперимента установлено, что применение гидрогеля в качестве средства пылевзрывозащиты будет эффективным для горных выработок с интенсивностью пылеотложения от 1,2 до 13 г/м³·сут.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

5. Корнев, А.В. Исследование физико-химических свойств гидрогеля как средства пылевзрывозащиты и снижения запыленности в угольных шахтах / А.В. Корнев, **А.А. Спицын**, Л.А. Займенцева, М.В. Зубко // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 9-1. – С. 180–198. (№996 Перечня ВАК ред. 17.07.2023)

Соискателем приведена статистика смертельного травматизма на угольных шахтах в результате взрывов пылеметановоздушной смеси, а также выявлены причины этих аварий. Представлены результаты лабораторных исследований химического состава суперабсорбента марки "Аквасин-П" и "Гидропласт", а также ряда физических свойств,

приготовленных на основе гидрогелей (вязкости, текучести, кинетики высыхания).

6. Коршунов, Г.И. Обеспечение пылевзрывобезопасности подземных горных выработок в угольных шахтах: методы и современные тенденции / Г.И. Коршунов, А.В. Корнев, **А.А. Спицын**, В.А. Баженова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 3. – С. 133–149. (№949 Перечня ВАК ред. 07.03.2023).

Соискателем проанализированы основные факторы, влияющие на взрывчатость угольной пыли, аварии с ее участием и основные методы и подходы к предупреждению и локализации взрывов с угольной пылью, а также обозначены их основные недостатки. Предложены некоторые технические решения, которые позволят улучшить пылевую обстановку в подземных горных выработках и снизить вероятность взрывов с участием угольной пыли.

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

11. Свидетельство о государственной регистрации для ЭВМ № 2023683904 Российская Федерация. Программа для расчета комплексного обеспыливания и пылевзрывозащиты: № 2023681925: заявл. 24.10.2023: опубл. 10.11.2023 / А.В. Корнев, К.А. Кольвах, **А.А. Спицын**; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

Соискателем проведен патентный поиск аналогов и прототипов программ. Определены основные формулы для расчета комплексного обеспыливания и пылевзрывозащиты для основных средств по проведению таких мероприятий.

Апробация диссертационного исследования проведена на научно-практических мероприятиях с докладами:

1. XXXI Международный научный симпозиум «Неделя горняка-2023» (февраль 2023 года, г. Москва);
2. XVII Всероссийская молодежная научно-практическая конференция «Проблемы недропользования» (февраль 2023 года, г. Екатеринбург);
3. XXIV Международная молодежная научная конференция «Севергеоэкотех – 2023» (март 2023 года, г. Ухта);
4. XXXII Международный научный симпозиум «Неделя горняка – 2024», 30 января – 2 февраля 2024 г., НИТУ «МИСиС»;
5. XXXIII Международный научный симпозиум «Неделя горняка-2025» (февраль 2025 года, г. Москва);

В диссертации Спицына Андрея Александровича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: заведующей кафедрой «Экологическая и промышленная безопасность» ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», д.т.н. профессора **Е.Ю. Куликовой**; профессора кафедры техносферной безопасности ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», д.т.н. **О.В. Скопинцевой**; технического директора ООО Научно-Экспертный Центр «ГЕОТЕХ-Промбезопасность», к.т.н. **А.Б. Соколова**; доцента кафедры «Безопасность и экология горного производства» НИТУ МИСИС, д.т.н., доцента **С.В. Баловцева**; заведующего кафедрой «Охрана труда и аэрология им. И.М. Пугача» ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет», к.т.н., доцента **А.Л. Каверы**; заведующего лабораторией производственных рисков ООО «НИИОГР», д.т.н. **А.В. Галкина**; профессора кафедры охраны труда и окружающей среды ФГБОУ ВО ТулГУ, д.т.н., доцента **А.А. Масловой**; генерального директора АО «СУЭК-Кузбасс» к.т.н. **М.Г. Лупия**, профессора кафедры «Механика материалов и геотехнологий» ФГБОУ ВО «ТулГУ», д.т.н., доцента **Г.В. Стась**; заместителя генерального директора по научной работе ООО «Полигор» д.т.н. **Д.В. Сидорова**.

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования, логическое построение работы с использованием актуальной научной и статистической информации, однако отмечены ряд замечаний:

1. В автореферате при проведении экспериментальных исследований на физической модели горизонтальной горной выработки не указан размер угольной пыли, которая подавалась в стенд (д.т.н. **Е.Ю. Куликова**);
2. В автореферате не представлена информация касательно расхода гидрогеля при обработке горных выработок (д.т.н. **Е.Ю. Куликова**);
3. (д.т.н. **О.В. Скопинцева**);
4. В автореферате не указана критическая толщина слоя гидрогеля, при которой он будет отваливаться от поверхности выработок и как с помощью автоматизированного нанесения контролировать толщину этого слоя (д.т.н. **О.В. Скопинцева**);
5. В автореферате не указано количество повторного смачивания гидрогеля после высыхания на стенках выработках угольных шахт (к.т.н. **А.Б Соколов**);

6. В автореферате не описана методика очистки стенок от гидрогеля, который уже был насыщен полностью пылью (к.т.н. **А.Б Соколов**);

7. В автореферате не указана аппаратура, которая использовалась для лабораторного исследования химического и фазового состава предлагаемого гидрогеля. Каковы его результаты? (д.т.н. **С.В. Баловцев**);

8. При проведении лабораторного исследования по текучести гидрогеля не указана информация о наиболее подходящей концентрации (д.т.н. **С.В. Баловцев**);

9. В автореферате нет информации касательно количества проведенных экспериментов на физической модели для каждого значения интенсивности пылеотложения (д.т.н. **С.В. Баловцев**);

10. На стр. 11 автореферата сказано, что использование 4%-го раствора гидрогеля при $P_t = 19,9 \text{ г/м}^3 \cdot \text{сут}$ позволяет сохранять влажность осевшей угольной пыли не менее 12% до 3-х суток, а при $P_t = 41,6 \text{ г/м}^3 \cdot \text{сут}$ – до 1,5 сут. Однако, согласно рис. 2, это время составляет 2 сут. (к.т.н. **А.Л. Кавера**);

11. На рис. 1 и 2 указывается продолжительность сушки проб в естественных условиях, однако горные выработки проветриваются активной вентиляционной струей, что вызовет интенсификацию процесса высыхания и сокращение времени. (к.т.н. **А.Л. Кавера**);

12. В лабораторном стенде первая точка замера, на наш взгляд, расположена слишком близко к такому мощному источнику вентиляционного возмущения, как вентилятор, что неизменно скажется на точности измерений. (к.т.н. **А.Л. Кавера**);

13. При исследовании зависимости количества осевшей пыли от скорости воздушного потока, ничего не сказано о размерах пылевых частиц и массовой доли частиц того или иного размера в пылевом облаке. Учитывались ли эти параметры? (к.т.н. **А.Л. Кавера**);

14. На стр. 15 говорится о толщине слоя гидрогеля от 4-6 до 10-12 мм. Однако, из автореферата не ясно, почему принята именно такая толщина слоя и как влияет толщина слоя гидрогеля на количество связанной им пыли? (к.т.н. **А.Л. Кавера**);

15. Из автореферата не ясно, как повлияет на безопасность передвижения горняков гидрогель, находящийся на почве горной выработки? Не приведет ли использование гидрогеля к росту травм в результате падения на скользкой поверхности? (к.т.н. **А.Л. Кавера**);

16. Оценка снижения риска заболеваний, связанных с пылью, может быть выполнена с помощью различных формул и показателей, которые могут количественно оценить эффективность мер, направленных на снижение

рисков заболеваний пылевой этиологии, и выявить влияние уровня пыли на здоровье рабочих, а также проводить дополнительные исследования для получения более точных значений коэффициентов риска и эффективных методов оценки. В автореферате нет обоснования выбора соискателем именно формулы В.В. Ткачева. (д.т.н. **А.А. Маслова**).

17. Для получения более достоверных данных о степени снижения запыленности в горных выработках необходимо проведение серии масштабных натурных экспериментов на различных угольных месторождениях АО «СУЭК-Кузбасс». При этом особое внимание должно быть уделено изучению динамики высыхания гидрогелевого покрытия, определению оптимальной периодичности его повторного нанесения и оценке эффективности методов повторного смачивания. Подобные исследования позволят получить более качественные результаты, отражающие реальные условия эксплуатации предлагаемой технологии в разнообразных горно-геологических условиях. (к.т.н. **М.Г. Лупий**).

18. Соискателем не представлен анализ профессиональной заболеваемости, связанной с угольной пылью в других угледобывающих странах, а также применяемые основные средства пылевзрывозащиты зарубежом. (д.т.н. **Г.В. Стась**).

19. Проведение исследований во взрывной камере позволили получить более подробную информацию касательно предотвращения гидрогелем взрывов угольной пыли. (д.т.н. **Г.В. Стась**).

20. Проводилась ли оценка влияния гидрогеля на формирование загрязнения шахтных вод. (д.т.н. **Д.В. Сидоров**).

21. Проводилась ли оценка влияния гидрогеля на выделение вредных паров. (д.т.н. **Д.В. Сидоров**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея, заключающаяся в снижении профессиональных рисков работников угольных шахт за счет замены осланцевания в конвейерных и путевых выработках с интенсивностью пылеотложения от $1,2 \text{ г/м}^3 \cdot \text{сут.}$ до $13,0 \text{ г/м}^3 \cdot \text{сут.}$ на обработку гидрогелем, позволяющим снизить в них запыленность и в течение более длительного периода времени;

разработана новая научная идея по одновременному снижению концентрации пыли в конвейерных и путевых выработках с интенсивностью пылеотложения $1,2 \text{ г/м}^3 \cdot \text{сут.}$ до $13,0 \text{ г/м}^3 \cdot \text{сут.}$ и предотвращению поступления пыли в воздушную среду при возникновении динамических эффектов, обеспечивающее повышение пылевзрывобезопасности;

предложен нетрадиционный подход к снижению запыленности рудничного воздуха за счет улавливания и последующего связывания витающей угольной пыли гидрогелем;

доказана эффективность пылезакрепления для снижения запыленности в горных выработках при их обработке гидрогелем на основе полипроп-2-еноата натрия с концентрацией сухого вещества 4%.

введена расширенная классификация горных выработок угольных шахт по величине интенсивности пылеотложения и периодичности их обработки гидрогелем.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

доказано положение о целесообразности замены осланцевания поверхностей подземных горных выработок, оснащенных ленточными конвейерами, и выработок, прилегающих к очистному забою, с интенсивностью пылеотложения от $1,2 \text{ г/м}^3 \cdot \text{сут.}$ до $13,0 \text{ г/м}^3 \cdot \text{сут.}$, нанесением на них 4%-ого водного раствора суперабсорбента (гидрогеля) на основе полипроп-2-еноата натрия.

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих методов и экспериментальных методик, включающий экспериментальные лабораторные исследования физико-химических свойств гидрогеля (динамической вязкости, химического и фазового состава, адгезии, текучести, пожаровзрывобезопасности), лабораторные и шахтные исследования пылединамических процессов, эффективности пылезакрепления на гидрогеле и кинетики его высыхания в смеси с угольной пылью.

изложены основные положения расчета периодичности обработки гидрогелем подземных горных выработок с различной интенсивностью пылеотложения и микроклиматическими условиями;

раскрыты закономерности распределения угольной пыли по длине выработок в зависимости от скорости движения воздуха и интенсивности пылеотложения;

изучены связи остаточной влажности смеси гидрогелей различной концентрации и угольной пыли с микроклиматическими параметрами (температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха) и количеством осевшей угольной пыли;

проведена модернизация существующей экспериментальной методики определения критической скорости срыва пылевых частиц на экспериментальном лабораторном стенде.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана и обоснована технология приготовления и нанесения гидрогеля ручным и механизированным способом для горных выработок угольных шахт и **принята к внедрению** АО «СУЭК-Кузбасс» в рамках мероприятий, проводимых в направлении совершенствования и повышения эффективности пылевзрывозащиты и комплексного обеспыливания на угольных шахтах.

определены типы и параметры горных выработок, которые целесообразно обрабатывать гидрогелем вместо инертной пыли, что позволит повысить безопасность труда за счет снижения трудоемкости и периодичности работ, уменьшения запыленности и повышения надежности пылевзрывозащиты;

создана система практических рекомендаций по снижению профессиональных рисков работников угольных шахт, обусловленных пылевым фактором;

представлены рекомендации по обработке горных выработок гидрогелем преимущественно механизированным способом с задействованием дизель-гидравлических локомотивов, оснащенных буферными емкостями (еврокубами), соединенными в единую систему, и автоматизированными распылителями, обеспечивающими достаточную для пылезакрепления, пыле- и влагоудержания толщину слоя гидрогеля на поверхностях горных выработок.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены по апробированным методикам с использованием сертифицированного оборудования и приборов (в частности, рентгенофлуоресцентного спектрометра XRF-1800 фирмы Shimadzu, рентгеновского порошкового дифрактометра XRD-6000, универсальной испытательной машины Testometric M350-5AT, ротационного вискозиметра IKA ROTAVISC me-vi, аспиратора АПВ-4, пылемеров ПКА-01 и МИК-1 и др.), обеспечивающим их воспроизводимость в лабораторных и шахтных условиях;

теория построена на известных положениях пылевой динамики, применяемых при решении задач по пылевзрывозащите горных выработок угольных шахт, согласуется с опубликованными данными сторонних исследователей и имеет достаточную сходимость с результатами экспериментальных исследований;

идея базируется на анализе показателей профессиональной заболеваемости, травматизма и аварийности на угольных шахтах, обусловленных пылевым фактором, обзоре мирового опыта по предотвращению взрывов угольной пыли и снижению запыленности, а также методов оценки и снижения соответствующих профессиональных рисков, проведении комплекса лабораторных и шахтных экспериментов;

использовано сравнение полученных в диссертационном исследовании данных по критическим скоростям срыва пылевых частиц с поверхности горных выработок с экспериментальными данными других исследователей, которое показало высокую корреляцию;

установлено качественное совпадение полученных результатов пылераспределения в горных выработках с исследовательскими данными, опубликованными в открытой печати;

использованы современные методы исследования физико-химических свойств гидрогеля на основе полипроп-2-еноата натрия в т.ч. с осевшей угольной пылью, его химического и фазового состава, запыленности и микроклиматических параметров в лабораторном стенде и горных выработках угольных шахт, позволившие оценить эффективность гидрогеля и определить рациональную область его применения.

Личный вклад соискателя состоит во включённом участии на всех этапах написания диссертационной работы: в постановке цели и задач исследования, анализе зарубежной и отечественной научной литературы по теме исследования, проведении теоретических исследований пылевой динамики в подземных горных выработках, лабораторных исследований пылединамических процессов, физико-химических свойств гидрогеля и его эффективности, натурных испытаний разработанной технологии приготовления и нанесения гидрогеля в шахтных условиях; анализе полученных данных и установлении зависимостей; формулировании основных научных положений и выводов, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В диссертации отсутствуют заимствованные материалы без ссылки на автора и (или) источник заимствования, результаты научных работ, выполненных Спицыным А.А. в соавторстве, без ссылок на соавторов.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Спицын А.А. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 16.07.2025 диссертационный совет принял решение присудить **Спицыну А.А.** ученую степень кандидата технических наук за

решение актуальной научной задачи повышение безопасности труда работников шахт по пылевому фактору, что имеет существенное значение для производственной отрасли России.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 5 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Протосеня
Анатолий Григорьевич

Афанасьев
Павел Игоревич

16.07.2025 г.