

О Т З Ы В

**официального оппонента, кандидата технических наук,
доцента Кобылкина Александра Сергеевича на диссертацию
Спицына Андрея Александровича на тему: «Повышение безопасности
труда работников угольных шахт по пылевому фактору с применением
гидрогеля», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 2.10.3 Безопасность труда**

1. Актуальность темы диссертации

Угольная пыль несёт в себе значительные риски возникновения пожара и взрыва в горных выработках угольных шахт, усугубляется ситуация ввиду несоблюдения регламентов проведения защитных мероприятий или их недостаточной эффективности. Взрывы метана и угольной пыли характеризуются катастрофическими последствиями с большим количеством жертв в разных странах мира.

Трудовая деятельность в угледобывающих регионах сопряжена с повышенными профессиональными рисками, включая постоянное воздействие фиброгенных аэрозолей, что приводит к развитию профессиональной патологии органов дыхания. Систематические нарушения требований промышленной безопасности, в частности, несвоевременное и некачественное выполнение мероприятий по предотвращению пылеобразования и пылеподавлению, обусловлены рядом технологических и организационных факторов. К ним относятся: высокая трудоемкость традиционных методов, дефицит материально-технических ресурсов, а также побочные негативные эффекты, такие как дополнительное пылеобразование при выполнении защитных мероприятий.

В связи с этим актуальной научно-практической задачей является разработка и внедрение методов пылевзрывозащиты, характеризующихся сниженной трудоемкостью и пролонгированным защитным действием. Перспективным направлением представляется применение гидрогелей, демонстрирующих высокую эффективность в смежных областях промышленности.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна полученных в диссертации результатов и выводов заключается в следующем:

1. Установлены оптимальная концентрация рабочего раствора суперабсорбента в 4% на основе полипроп-2еноат натрия (гидрогеля).

2. Определены зависимости эффективности пылезакрепления от степени седиментации угольных частиц в горных выработках после обработки их гидрогелем.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-329 от 04.07.25
АУ УС

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов, представленных в диссертации Спицына А.А. обеспечены:

- Комплексным проведением лабораторных экспериментов и натурных испытаний с соблюдением требований стандартизированных методик;
- Использованием сертифицированного измерительного оборудования и современных средств контроля;
- Практической апробацией разработанного метода и положительными результатами внедрения на шахте им. А.Д. Рубана АО «СУЭК-Кузбасс»;
- Статистически значимым объемом экспериментальных данных, подтверждающих эффективность применения гидрогеля для предотвращения и предупреждения взрывов угольной пыли.

В представленной диссертации Спицын А.А. выносит на защиту 3 научных положения.

Обоснование первого защищаемого положения представлено во второй главе диссертации, где автор провел комплексный анализ гидрогеля. Были установлены физико-химические характеристики гидрогеля. Такие как: текучесть, динамическая вязкость (7893 мПа/с), адгезия (максимальная нагрузка на отрыв 0,211; 1,385; 1,453 кгс) для различных концентраций сухого вещества (2, 4, 6 %), оценен период времени, в течение которого влажность гидрогеля (4%-ного) с угольной пылью сохраняется выше 12% (для условий $t=21-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $\phi=30-32\%$) 3-3,5 (1,5-2) сут. Особое внимание уделено вопросам безопасного применения гидрогеля в подземных горных выработках, что подтверждено анализом предлагаемого состава, а также проведенными исследованиями в АО «НЦ ВостНИИ» гидрогеля на температуру воспламенения и самовоспламенения.

В третьей главе диссертации автор проводил эксперимент на лабораторном стенде, где установил критическую скорость потока воздуха 2-3 м/с, при которой происходит срыв пыли с бортов и кровли модели. Также показано снижение запыленности воздуха в модели при использовании обработки поверхностей модели гидрогелем. На основе данных, представленных в третьей главе, автор сформулировал второе научное положение.

В четвертой главе диссертации автор обосновывает границы применения, предлагаемого им способа обеспечения пылевзрывобезопасности. В горных выработках с интенсивностью пылеотложения $1,2\text{ г/м}^3\cdot\text{сут} - 13\text{ г/м}^3\cdot\text{сут}$ и со скоростями менее 4,5 м/с применение гидрогеля вместо осланцевания, по результатам автора, эффективно. Приведены параметры, техника и технология нанесения гидрогеля в горной выработке. Проведена оценка снижения

профессиональных рисков при использовании гидрогеля, а также технико-экономическое обоснование разработанных мероприятий.

Научная обоснованность и практическая применимость предложенной методики подтверждены комплексом натурных испытаний, проведенных на шахте им. А.Д. Рубана (АО «СУЭК-Кузбасс»), результаты которых представлены в главе 4 диссертации.

Результаты диссертационного исследования прошли апробацию на российских и международных научных конференциях.

4. Научные результаты, их ценность

В работе получены следующие научные результаты:

1. Определены корреляционные зависимости между временем высыхания различных концентраций гидрогелей в смеси с угольной пылью и параметрами микроклимата.

2. Разработана и научно обоснована технологическая методика приготовления рабочих растворов гидрогеля и нанесения их в условиях угольных шахт.

Настоящие исследования вносят существенный вклад в развитие научных основ промышленной безопасности угольных шахт, предлагая инновационное решение в области пылевзрывозащиты.

Тематика и содержание публикаций Спицына А.А. в полной мере отражают научные результаты и содержание диссертационной работы. Результаты диссертационного исследований в достаточной степени освещены в 5 печатных работах, в том числе в 3 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus; получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Полученные в ходе исследования научные результаты обладают существенной теоретической и практической значимостью, заключающейся в развитии методологических основ комплексной пылевзрывозащиты горных выработок угольных шахт.

Практическая значимость работы:

1. Экспериментальным путем установлены наиболее эффективные эксплуатационные характеристики 4%-ого раствора гидрогеля на основе полипроп-2-еноата натрия.

2. Определены критические значения скорости воздушного потока, вызывающие срыв пылевых частиц с поверхности горных выработок.

3. Установлены типы и параметры выработок, определяющие целесообразность замены традиционного осланцевания на обработку гидрогелем.

4. Разработана технология приготовления и нанесения гидрогеля с учетом специфики шахтного оборудования и требований безопасности.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Разработанная в ходе диссертационного исследования технология пылевзрывозащиты с применением гидрогеля представляет собой научно обоснованное решение для комплексного повышения уровня промышленной безопасности и улучшения условий труда в угледобывающих предприятиях.

7. Замечания и вопросы по работе

1. На стр. 45 диссертации автор на рисунке 2.5 привел результаты оценки текучести растворов гидрогеля, необходимо было привести время, за которое гидрогель достиг соответствующих показателей.
2. На стр. 73 диссертации автор описывает лабораторный эксперимент, однако не указывает характеристики пыли, которую он исследует. В связи с чем нельзя сделать четкого вывода о применимости полученных автором результатов.
3. На стр. 79-80 диссертации автор указывает необходимость максимально приблизиться к практике, в таблице 3.8 приведены результаты измерения после 4 часов сушки гидрогеля, хотелось, чтобы автор привел больше данных по таким исследованиям.
4. Во втором научном положении автор пишет о «критической скорости срыва пылевидных частиц». Можно было указать в данном научном положении определённую автором критическую скорость срыва пыли – 2-3 м/с.
5. На стр. 81 автор пишет «Данный параметр рекомендуется учитывать при расчете периодичности обработки горных выработок инертной пылью или пылесвязывающими составами.» Как именно учитывать данный параметр? Следовало бы точнее сформулировать методику определения периодичности обработки горных выработок гидрогелем.
6. Что происходит с гидрогелем на почве выработки, с учетом движения работников и транспорта?
7. На стр. 101 диссертации, в таблице 4.3 для инертной пыли приведены затраты на воду, как применяется вода при осланцевании?
8. В экономическом сравнении двух способов необходимо было всё же привести данные по затратам на обработку гидрогелем и инертной пылью 1 м² горной выработки. Так как расход инертной пыли и гидрогеля (затраты энергии на два способа) на одну и ту же горную выработку могут быть разными.

Высказанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают научной значимости работы.

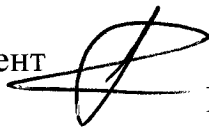
8. Заключение по диссертации

Диссертация Спицына Андрея Александровича на тему: «Повышение безопасности труда работников угольных шахт по пылевому фактору с применением гидрогеля», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.3 Безопасности труда полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор Спицын Андрей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.3 Безопасность труда.

Официальный оппонент

Старший научный сотрудник лаборатории 2.2 Геотехнологических рисков при освоении газоносных угольных и рудных месторождений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем комплексного освоения недр им. Академика Н.В. Мельникова Российской академии наук

кандидат технических наук, доцент



Кобылкин Александр Сергеевич

Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное бюджетное учреждение Институт проблем Комплексного освоения недр им. Академика Н.В. Мельникова Российской академии наук

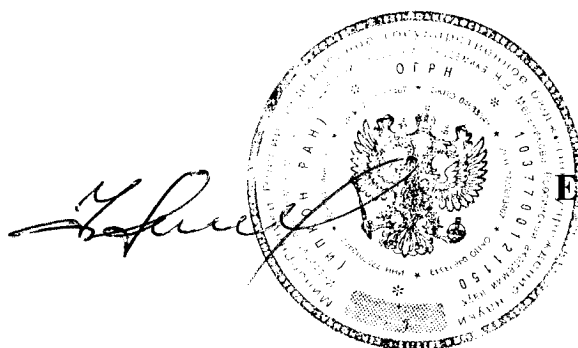
Почтовый адрес: 111020, г. Москва, Крюковский тупик, д.4.

Официальный сайт в сети Интернет: <https://ипконран.рф/>

эл. почта: 19872104@bk.ru, телефон: +7 (964) 583-08-61

Личную подпись кандидата технических наук, доцента, старшего научного сотрудника лаборатории 2.2 «Геотехнологических рисков при освоении газоносных угольных и рудных месторождений» ИПКОН РАН, А.С. Кобылкина заверяю:

Заместитель директора по научной работе ИПКОН РАН,
К.Т.Н.



Е.В. Федоров

О Т З Ы В

**официального оппонента, кандидата технических наук,
доцента Кобылкина Александра Сергеевича на диссертацию
Спицына Андрея Александровича на тему: «Повышение безопасности
труда работников угольных шахт по пылевому фактору с применением
гидрогеля», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 2.10.3 Безопасность труда**

1. Актуальность темы диссертации

Угольная пыль несёт в себе значительные риски возникновения пожара и взрыва в горных выработках угольных шахт, усугубляется ситуация ввиду несоблюдения регламентов проведения защитных мероприятий или их недостаточной эффективности. Взрывы метана и угольной пыли характеризуются катастрофическими последствиями с большим количеством жертв в разных странах мира.

Трудовая деятельность в угледобывающих регионах сопряжена с повышенными профессиональными рисками, включая постоянное воздействие фиброгенных аэрозолей, что приводит к развитию профессиональной патологии органов дыхания. Систематические нарушения требований промышленной безопасности, в частности, несвоевременное и некачественное выполнение мероприятий по предотвращению пылеобразования и пылеподавлению, обусловлены рядом технологических и организационных факторов. К ним относятся: высокая трудоемкость традиционных методов, дефицит материально-технических ресурсов, а также побочные негативные эффекты, такие как дополнительное пылеобразование при выполнении защитных мероприятий.

В связи с этим актуальной научно-практической задачей является разработка и внедрение методов пылевзрывозащиты, характеризующихся сниженной трудоемкостью и пролонгированным защитным действием. Перспективным направлением представляется применение гидрогелей, демонстрирующих высокую эффективность в смежных областях промышленности.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна полученных в диссертации результатов и выводов заключается в следующем:

1. Установлены оптимальная концентрация рабочего раствора суперабсорбента в 4% на основе полипроп-2еноат натрия (гидрогеля).

2. Определены зависимости эффективности пылезакрепления от степени седиментации угольных частиц в горных выработках после обработки их гидрогелем.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов, представленных в диссертации Спицына А.А. обеспечены:

- Комплексным проведением лабораторных экспериментов и натурных испытаний с соблюдением требований стандартизированных методик;
- Использованием сертифицированного измерительного оборудования и современных средств контроля;
- Практической апробацией разработанного метода и положительными результатами внедрения на шахте им. А.Д. Рубана АО «СУЭК-Кузбасс»;
- Статистически значимым объемом экспериментальных данных, подтверждающих эффективность применения гидрогеля для предотвращения и предупреждения взрывов угольной пыли.

В представленной диссертации Спицын А.А. выносит на защиту 3 научных положения.

Обоснование первого защищаемого положения представлено во второй главе диссертации, где автор провел комплексный анализ гидрогеля. Были установлены физико-химические характеристики гидрогеля. Такие как: текучесть, динамическая вязкость (7893 мПа/с), адгезия (максимальная нагрузка на отрыв 0,211; 1,385; 1,453 кгс) для различных концентраций сухого вещества (2, 4, 6 %), оценен период времени, в течение которого влажность гидрогеля (4%-ного) с угольной пылью сохраняется выше 12% (для условий $t=21-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $\phi=30-32\%$) 3-3,5 (1,5-2) сут. Особое внимание уделено вопросам безопасного применения гидрогеля в подземных горных выработках, что подтверждено анализом предлагаемого состава, а также проведенными исследованиями в АО «НЦ ВостНИИ» гидрогеля на температуру воспламенения и самовоспламенения.

В третьей главе диссертации автор проводил эксперимент на лабораторном стенде, где установил критическую скорость потока воздуха 2-3 м/с, при которой происходит срыв пыли с бортов и кровли модели. Также показано снижение запыленности воздуха в модели при использовании обработки поверхностей модели гидрогелем. На основе данных, представленных в третьей главе, автор сформулировал второе научное положение.

В четвертой главе диссертации автор обосновывает границы применения, предлагаемого им способа обеспечения пылевзрывобезопасности. В горных выработках с интенсивностью пылеотложения $1,2\text{ г/м}^3\cdot\text{сут} - 13\text{ г/м}^3\cdot\text{сут}$ и со скоростями менее 4,5 м/с применение гидрогеля вместо осланцевания, по результатам автора, эффективно. Приведены параметры, техника и технология нанесения гидрогеля в горной выработке. Проведена оценка снижения

профессиональных рисков при использовании гидрогеля, а также технико-экономическое обоснование разработанных мероприятий.

Научная обоснованность и практическая применимость предложенной методики подтверждены комплексом натурных испытаний, проведенных на шахте им. А.Д. Рубана (АО «СУЭК-Кузбасс»), результаты которых представлены в главе 4 диссертации.

Результаты диссертационного исследования прошли апробацию на российских и международных научных конференциях.

4. Научные результаты, их ценность

В работе получены следующие научные результаты:

1. Определены корреляционные зависимости между временем высыхания различных концентраций гидрогелей в смеси с угольной пылью и параметрами микроклимата.

2. Разработана и научно обоснована технологическая методика приготовления рабочих растворов гидрогеля и нанесения их в условиях угольных шахт.

Настоящие исследования вносят существенный вклад в развитие научных основ промышленной безопасности угольных шахт, предлагая инновационное решение в области пылевзрывозащиты.

Тематика и содержание публикаций Спицына А.А. в полной мере отражают научные результаты и содержание диссертационной работы. Результаты диссертационного исследований в достаточной степени освещены в 5 печатных работах, в том числе в 3 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus; получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Полученные в ходе исследования научные результаты обладают существенной теоретической и практической значимостью, заключающейся в развитии методологических основ комплексной пылевзрывозащиты горных выработок угольных шахт.

Практическая значимость работы:

1. Экспериментальным путем установлены наиболее эффективные эксплуатационные характеристики 4%-ого раствора гидрогеля на основе полипроп-2-еноата натрия.

2. Определены критические значения скорости воздушного потока, вызывающие срыв пылевых частиц с поверхности горных выработок.

3. Установлены типы и параметры выработок, определяющие целесообразность замены традиционного осланцевания на обработку гидрогелем.

4. Разработана технология приготовления и нанесения гидрогеля с учетом специфики шахтного оборудования и требований безопасности.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Разработанная в ходе диссертационного исследования технология пылевзрывозащиты с применением гидрогеля представляет собой научно обоснованное решение для комплексного повышения уровня промышленной безопасности и улучшения условий труда в угледобывающих предприятиях.

7. Замечания и вопросы по работе

1. На стр. 45 диссертации автор на рисунке 2.5 привел результаты оценки текучести растворов гидрогеля, необходимо было привести время, за которое гидрогель достиг соответствующих показателей.
2. На стр. 73 диссертации автор описывает лабораторный эксперимент, однако не указывает характеристики пыли, которую он исследует. В связи с чем нельзя сделать четкого вывода о применимости полученных автором результатов.
3. На стр. 79-80 диссертации автор указывает необходимость максимально приблизиться к практике, в таблице 3.8 приведены результаты измерения после 4 часов сушки гидрогеля, хотелось, чтобы автор привел больше данных по таким исследованиям.
4. Во втором научном положении автор пишет о «критической скорости срыва пылевидных частиц». Можно было указать в данном научном положении определённую автором критическую скорость срыва пыли – 2-3 м/с.
5. На стр. 81 автор пишет «Данный параметр рекомендуется учитывать при расчете периодичности обработки горных выработок инертной пылью или пылесвязывающими составами.» Как именно учитывать данный параметр? Следовало бы точнее сформулировать методику определения периодичности обработки горных выработок гидрогелем.
6. Что происходит с гидрогелем на почве выработки, с учетом движения работников и транспорта?
7. На стр. 101 диссертации, в таблице 4.3 для инертной пыли приведены затраты на воду, как применяется вода при осланцевании?
8. В экономическом сравнении двух способов необходимо было всё же привести данные по затратам на обработку гидрогелем и инертной пылью 1 м² горной выработки. Так как расход инертной пыли и гидрогеля (затраты энергии на два способа) на одну и ту же горную выработку могут быть разными.

Высказанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают научной значимости работы.

8. Заключение по диссертации

Диссертация Спицына Андрея Александровича на тему: «Повышение безопасности труда работников угольных шахт по пылевому фактору с применением гидрогеля», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.3 Безопасности труда полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор Спицын Андрей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.3 Безопасность труда.

Официальный оппонент

Старший научный сотрудник лаборатории 2.2 Геотехнологических рисков при освоении газоносных угольных и рудных месторождений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем комплексного освоения недр им. Академика Н.В. Мельникова Российской академии наук
кандидат технических наук, доцент

Кобылкин Александр Сергеевич

Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное бюджетное учреждение Институт проблем Комплексного освоения недр им. Академика Н.В. Мельникова Российской академии наук

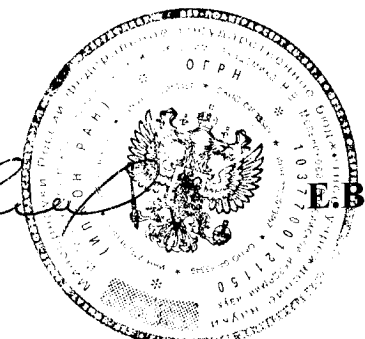
Почтовый адрес: 111020, г. Москва, Крюковский тупик, д.4.

Официальный сайт в сети Интернет: <https://ипконран.рф/>

эл. почта: 19872104@bk.ru, телефон: +7 (964) 583-08-61

Личную подпись кандидата технических наук, доцента, старшего научного сотрудника лаборатории 2.2 «Геотехнологических рисков при освоении газоносных угольных и рудных месторождений» ИПКОН РАН, А.С. Кобылкина заверяю:

Заместитель директора по научной работе ИПКОН РАН,
К.Т.Н.

 **Е.В. Федоров**