

## О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию  
Пештибая Георгия Ивановича «Обоснование параметров взрывоустойчивых  
перемычек угольных шахт из материала на основе цементного вяжущего»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность  
(по отраслям) (технические науки)

### 1. Актуальность темы

В результате взрывов в горных выработках угольных шахт возникают воздушные ударные волны, распространяющиеся на большие расстояния, приводящие к серьезным последствиям – производственному травматизму и значительному материальному ущербу.

До сих пор для изоляции аварийных участков выработок и взрывозащиты применяют взрывоустойчивые перемычки на основе гипсового вяжущего с проемными металлическими трубами, возводимые с помощью смесительно-нагнетательных средств гидромеханическим способом.

Следует отметить, что гипсовые взрывоустойчивые перемычки обладают рядом существенных недостатков, основные из которых: быстрое схватывание раствора ограничивает дальность транспортирования гидромеханическим способом; низкая водостойкость гипсового материала что приводит к невысокой надежности работы конструкции и исключает возможность ее применения в обводненных выработках.

В то же время в качестве материала для возведения взрывоустойчивых перемычек целесообразно использовать цементное вяжущее с ускорителем твердения с наполнителем в виде отходов промышленного производства, что, помимо решения основного вопроса по повышению промышленной и пожарной безопасности работ в горных выработках шахт, позволит снизить стоимость возведения сооружений и способствовать решению вопросов по охране окружающей среды.

Кроме этого, в работах более раннего периода не были учтены следующие факторы: влияние на напряженно-деформированное состояние перемычки совместного действия горного давления, воздушных ударных волн и температуры; влияние отверстий, закрепленных проемными трубами, их прочность; не обосновано применение креплений металлических труб различными элементами к горной выработке.

Из вышеуказанного следует, что раскрытие закономерностей напряженно-деформированного состояния взрывоустойчивых перемычек, выполненных из материалов на основе цементного вяжущего с использованием отходов местного производства, и обоснование параметров, обеспечивающих их прочность, безопасность горняков, с учетом более низкой



себестоимости возведения сооружений при ликвидации аварий в горных выработках угольных шахт, является актуальной научно-технической задачей.

Соискатель в качестве ответственного исполнителя и руководителя принимал участие в 11 работах, связанных с тематикой диссертации: «Разработать состав материала на основе минеральных вяжущих и промышленных отходов и исходные данные для разработки ТЗ на технологию возведения безопалубочных перемычек (№ ГР 0195U029182, 1919501040, 1996 г.); «Разработка комплекта оборудования для приготовления и перекачивания быстротвердеющих растворов» (№ ГР 0196U002685, 1929530008, 1997 г.); «Разработать комплект оборудования для приготовления и перекачивания быстротвердеющих растворов для возведения изолирующих сооружений в угольных шахтах (№ ГР 0101U003185, 1920130048, 2001 г.); «Разработка отраслевого стандарта (СОУ) «Вентиляционные, изолирующие и взрывоустойчивые перемычки при ликвидации аварий в угольных шахтах. Конструкция, материалы и технология возведения» (№ ГР 0109U006491, 19050915000, 2010 г.); «Разработка отраслевого стандарта (СОУ) «Шахтные взрывоустойчивые изолирующие сооружения. Общие технические требования» (№ ГР 0108U005875, 19050808060, 2011 г.); «Обоснование параметров основных средств взрывозащиты в горных выработках угольных шахт» (№ 1991130446, 2011 г.); «Разработать комплект оборудования для приготовления и перекачивания быстротвердеющих растворов во время возведения изолирующих сооружений в каналах большой протяженности» (11512048, 2015 г.); «Разработать каркасные опалубки многоразового использования для быстровозводимых изолирующих сооружений» (11512049, 2015 г.); «Исследовать возможность применения различных видов технологий изоляции участков с осложнившимся пожаром, в т.ч. с использованием зольно-цементных и зольно-песчано-цементных растворов» (11612041, 2016 г.); «Разработать рекомендации по ведению изоляционных работ на участках с осложнившимся пожаром с использованием смесей на основе цементных вяжущих» (11712018, 2019 г.); «Разработать устройство дозирования воды для смесительно-нагнетательных установок, используемых при возведении изолирующих сооружений» (11912013, 2021 г.).

## **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Научные положения, вносимые на защиту:

1 Зависимости физико-механических характеристик состава для возведения перемычек от содержания цементного вяжущего, отходов производства и ускорителя твердения и их соотношения в составе, что позволило установить пределы прочности материала и обосновать параметры защитных свойств перемычек для обеспечения необходимой пожарной и промышленной безопасности при ведении аварийно – спасательных работ.



2 Математическая модель напряженно-деформированного состояния взрывоустойчивой перемычки, учитывающая закономерности изменения ее радиуса кривизны по параболической зависимости или полуокружности при воздействии горного давления, давления во фронте воздушной ударной волны и изменения температуры в выработке при условии жесткого и шарнирного закрепления перемычки к горной выработке. Это позволило определить взрывозащитные параметры перемычки, обеспечивающие не только ее прочность и устойчивость, но и время начала ее безопасной эксплуатации для достижения пожарной и промышленной безопасности при ведении работ.

3 Зависимость толщины взрывоустойчивой перемычки от площади сечения выработки, параметров воздушной ударной волны, температуры и горного давления с дополнительным учетом напряженно-деформированного состояния в материале перемычки и его прочности, что позволило значительно повысить надежность противопожарного и взрывозащитного действия перемычки и безопасность ведения аварийно-спасательных работ.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается использованием комплексного подхода, в основе которого лежит анализ и обобщение результатов, полученных ранее другими исследователями, а также теоретические и экспериментальные методы. Теоретические методы использованы при разработке математических моделей напряженно-деформированного состояния взрывоустойчивой перемычки под действием горного давления, воздушной ударной волны и температуры с двумя видами граничных условий (жесткого и шарнирного крепления); экспериментальные исследования применены в лабораторных условиях для определения состава быстротвердеющих материалов и их механических характеристик с использованием методов математической обработки статистических данных.

### **3. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций**

Научная новизна полученных результатов состоит в том, что впервые:

1 Установлено, что зависимость прочностных свойств материала для возведения взрывоустойчивых перемычек от компонентного состава цементного вяжущего, отходов производства (шлак, зола-унос) и ускорителя твердения (хлористый кальций) и их соотношения в составе прямо пропорционально возрастает от повышения массовой доли цементного вяжущего при содержании ускорителя твердения 3-5 %, при этом обеспечивается предел прочности материала на сжатие не менее 3,0 МПа, а время твердения цементно-шлакового состава составляет 6,5...7,0 ч, цементно-зольного – 15...16 ч, в моноблоке перемычки твердение в зависимости от температуры происходит за время не более 5,0 ч и 7,0 ч соответственно.

2 На основе установленной многофакторной зависимости получено, что максимальные напряжения в перемычке с цементно-шлаковым и цементно-зольными материалами практически равны, нормальные сжимающие



напряжения при действии воздушной ударной волны возникают при шарнирном креплении по ее высоте в средней части, горного давления – в нижней, суммарные напряжения при действии горного давления и температуры от изгибных напряжений составляют примерно 43-47 %, с параболическим радиусом кривизны в 1,1-1,2 раза меньше, чем с полуокружностью, обеспечивая ее запас прочности с коэффициентом, не менее 1,7.

3 Численным экспериментом с использованием математической модели было установлено, что влиянием проемных металлических труб на напряженно-деформированное состояние перемычки, ее прочность и устойчивость можно пренебречь, а принятый квадратичный закон распределения поперечных деформаций и внутренних сил позволяет определить не две, а одну функцию прогиба, что существенно упрощает решение задачи по определению взрывоустойчивости перемычки.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается применением классических основ и законов теории анизотропных пластин, энергетического метода, как одного из основных методов решения краевых задач, с использованием вариационного исчисления при разработке математических моделей и исследовании напряженно-деформированного состояния взрывоустойчивых перемычек; физического моделирования методом эквивалентных материалов при определении влияния проемных труб; а также использованием современного оборудования и контрольно-измерительной техники при экспериментальных исследованиях; подтверждением результатов теоретических исследований данными экспериментов, проведенных в натурных условиях.

Теоретическое значение полученных результатов состоит в том, что:

- установлены зависимости, позволяющие выбирать состав материала с учетом его механических характеристик, которые определяют безопасные параметры взрывоустойчивых перемычек;
- разработана математическая модель напряженно-деформированного состояния взрывоустойчивых перемычек, находящихся под действием различных факторов;
- разработана номограмма, по которой определяют толщину перемычки в зависимости от площади сечения выработки, глубины возведения и температуры с учетом времени твердения материалов в моноблоке перемычки.

Основное практическое значение полученных результатов:

- дано обоснование времени начала безопасной эксплуатации взрывоустойчивой перемычки, возведенной из цементно-шлакового материала с отношением компонентов 7:3;
- разработаны технологический режим, усовершенствованы технические средства и технология приготовления смесей и возведения перемычек;



– ожидается существенный годовой экономический эффект от применения цементно-шлаковой и цементно-золевой смесей при возведении перемычек.

Основные результаты диссертационной работы доложены и получили одобрение на 9 научно-практических конференциях, в т. ч. международных.

Основные результаты диссертации опубликованы в 33 научных работах, из них 23 работы в изданиях ВАК РФ и приравненных к ним, 1 патент на полезную модель, 9 статей – материалы научных конференций.

#### **4. Основные замечания по диссертационной работе**

- На с. 52 не раскрыто сокращение ФБС.
- Не приведена ссылка на ранее полученные результаты исследований по определению температуры в моноблоке (с. 73), на основании которых приводятся данные по времени твердения материалов.
- Не приведены основные требования к выбору координатных функций согласно методу Ритца.
- В диссертации ничего не сказано о касательных напряжениях, возникающих в перемычке, на сдвиг.
- Какие отличия механических характеристик цементно-шлакового и цементно-золевого материалов от марочных гипсов.

#### **5. Заключение**

Диссертационная работа Пештибая Георгия Ивановича посвящена решению вопросов по повышению промышленной и пожарной безопасности на предприятиях угольной отрасли за счет использования взрывоустойчивых перемычек, возведенных из материала на основе цементного вяжущего при ведении аварийно-спасательных работ по изоляции пожарных участков.

Диссертация является завершенной научной работой, в которой приведено теоретическое и практическое решение актуальной научно-технической задачи – обоснование параметров взрывоустойчивых перемычек, возведенных из материала на основе цементного вяжущего с использованием отходов местного производства, на основании раскрытия закономерностей их напряженно-деформированного состояния, под действием горного давления, воздушных ударных волн и температуры, обеспечивающих промышленную и пожарную безопасность работ при ликвидации пожаров и взрывов в угольных шахтах.

Автореферат соответствует структуре и содержанию диссертации, раскрывает основные научные и практические результаты.

В целом, диссертационная работа Пештибая Георгия Ивановича *«Обоснование параметров взрывоустойчивых перемычек угольных шахт из материала на основе цементного вяжущего»*, отвечает требованиям п. 2.2 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Совета Министров ДНР № 2-13 от 27.02.2015 г., а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности

