

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию Агеева Владимира Григорьевича на тему «Научные основы создания способов и средств локализации ударных волн при ведении горноспасательных работ по изоляции пожаров в шахтах», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.26.03 – «Пожарная и промышленная безопасность»

Актуальность избранной темы. Взрыв метана в угольной шахте, сопровождающийся формированием и распространением по сети горных выработок ударных волн – очень опасный вид подземной аварии. Угрожая жизни и здоровью горнорабочих, взрыв всегда приводит к разрушению выработок и расположенного в них горного оборудования. Иногда социальные, материальные и финансовые потери достигают катастрофических размеров. Особую опасность представляют взрывы, возникающие в ходе ведения горноспасательных работ, когда проветривание шахты нарушено и существует реальная угроза быстрого формирования зон с высокой концентрацией метана вблизи источников высокой температуры. В этих условиях требуются оперативность и точность прогнозирования параметров и области распространения поражающих факторов взрыва.

Ситуация усложняется с переходом работ на глубокие горизонты, увеличением протяженности горных выработок и газообильности шахт. Это значительно осложняет активное тушение пожаров и ликвидацию последствий взрывов метановоздушных смесей и угольной пыли. Опасность этого вида аварий велика еще и потому, что пожары в угольных шахтах, опасных по газу, могут сопровождаться взрывами, а взрывы - вызывать новые пожары. Около 90 % взрывов и вспышек метана в угольных шахтах происходят из-за повышенного газовыделения в горные выработки.

В настоящее время накоплен и систематизирован значительный экспериментальный материал по загазованности горных выработок при различных газодинамических процессах. Однако эмпирический характер полученных зависимостей не позволяет использовать их вне выполненного диапазона экспериментальных исследований по дебиту метана, расходу и скорости воздуха, параметрам выработок.

Выполненные в 80-х годах прошлого столетия экспериментальные исследования параметров воздушных ударных волн, возникающих во время взрывов газа и угольной пыли в горных выработках, позволили разработать «Методику определения параметров воздушных ударных волн при взрывах газов и пыли в горных выработках (безопасных расстояний)».

Указанная «Методика...» имеет ряд существенных недостатков, она не дает ответа о концентрации метана в зоне взрыва, основана на большом количестве эмпирических коэффициентов и рассчитывает затухание только переднего фронта ударной волны, распространяющейся по одному маршруту. В них не рассматривается отражение ударных волн от твердых поверхностей в местах поворота, их взаимодействие и формирование волн разрежения. Все расчеты выполняются без учёта температуры и скорости движения смеси газов. В результате безопасное расстояние от места взрыва до места ведения горноспасательных работ определяется в ряде случаев недостоверно. Характерным примером может служить авария на АП «Шахта им. А.Ф. Засядько», где во время возведения взрывоустойчивых перемычек погибли горноспасатели. Одна из причин их гибели - отсутствие научно обоснованных рекомендаций по выбору конструкций и материалов взрывоустойчивых перемычек. Оставляют желать лучшего скорость и качество их возведения.

Все сказанное выше подчеркивает особую актуальность и необходимость комплексного решения важной научно-технической проблемы обеспечения безопасности ведения горноспасательных работ при потенциальной угрозе взрыва.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Обоснованность и достоверность научных положений, результатов исследований и выводов, подтверждается анализом отечественных и зарубежных литературных источников, численными и аналитическими решениями классических уравнений газовой динамики при возникновении и движении ударных волн по горным выработкам; сходимостью данных численных экспериментов с экспериментальными данными гашения ударных волн водными и сланцевыми заслонами, парашютными, гипсовыми и бетонными перемычками, пенными и породными пробками; с практическим внедрением результатов исследований

при разработке способов и средств локализации ударных волн при ведении горноспасательных работ в шахтах.

Тематика и уровень разработок соответствуют документу «Программа повышения безопасности работ на угледобывающих и шахтостроительных предприятиях», утвержденному постановлением Кабинета Министров Украины от 29.03.2006 г. № 374 с изменениями, внесенными постановлением Кабинета Министров Украины от 18.05.2011 № 521. Соискатель принимал участие как руководитель либо ответственный исполнитель по темам «Разработать новую редакцию «Статут ДВГРС по організації і веденню гірничорятувальних робіт» (№ Гос. регистрации 0108U005876), «Розроблення СОУ «Методика визначення параметрів повітряних ударних хвиль та безпечних відстаней при вибухах газів та пилу у гірничих виробках» (№ Гос. регистрации 0109U0097649), «Розроблення галузевого стандарту (СОУ) «Шахтні вибухостійкі споруди, що ізолюють. Загальні технічні вимоги» (№ Гос. регистрации 0108U005875), «Розроблення галузевого стандарту (СОУ) «Вентиляційні, ізолюючі та вибухостійкі перемички при ліквідації аварій у вугільних шахтах. Конструкція, матеріали та технологія зведення» (№ Гос. регистрации 0109U006491), «Исследование характера формирования и отражения ударных волн при взрывах метана в горных выработках» (1991110065), «Исследование распространения и взаимодействия ударных волн при повторных взрывах метана в сети горных выработок» (1991210599), «Исследование характера взрывоподавления ударных волн перемычками» (1991210125).

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций.

Впервые:

- обосновано использование в уравнении энергии функции источника выделения теплоты с учетом скорости распространения пламени на участке загазованной зоны для установления характера повышения давления в аварийной выработке;
- установлены зависимости параметров распространения воздушных ударных волн в сквозных, тупиковых и изолированных горных выработках при различном начальном избыточном давлении

(до 0,1 МПа дозвуковое и свыше 0,1 МПа сверхзвуковое течение газа), от аэродинамического сопротивления и геометрических параметров выработок, а также наличия преград, вызывающих скачки давления. Это позволило разработать алгоритм и программу расчета динамики ударных волн в сети горных выработок с учетом потерь давления в местах сопряжений различного вида;

- уточнен механизм распространения и взаимодействие ударных волн с различными типами преград и перемычек при распространении по сети горных выработок. Установлено, что при взаимодействии ударной волны со «сквозными» конструкциями, типа парашютная перемычка, наблюдается снижение давления во фронте волны на 20 – 25 %, отраженная волна не генерируется, а фронт пламени, проходя через перемычку распространяется на расстояние до 100 м от эпицентра взрыва; при взаимодействии взрывной волны с податливыми реологическими средами типа пенных перемычек, происходит плавное демпфирование давления во фронте ударной волны, снижение ее кинетической энергии и полное гашение пламени, в результате чего, наблюдается резкое уменьшение ее скорости ниже звуковой; при взаимодействии ударной волны с породными завалами, гипсовыми или бетонными перемычками происходит резкий скачок давления во фронте волны, в результате чего давление отраженной волны может превышать первоначальное в 3 – 4 раза. Полученные результаты позволили разработать технологию пенной защиты гипсовых и бетонных перемычек в течение времени «схватывания» вяжущего раствора и приобретения перемычкой заданных структурно-механических свойств;
- обоснована возможность и область применения различных искусственных преград (пенные и породные пробки, парашютные перемычки, водные и сланцевые заслоны) для гашения воздушных ударных волн в сети горных выработок, что позволяет сократить безопасные расстояния мест ведения горноспасательных работ при угрозе взрыва метанопылевоздушных смесей. Так, заполнение горной выработки по всему поперечному

сечению пенными пробками длиной не менее 180 м, а породными пробками не менее 6 м приводит к резкому сокращению распространения пламени и снижению избыточного давления в ударной волне до 0,01 МПа;

- теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены рациональные параметры гипсовой взрывоустойчивой перемычки, обеспечивающей безопасность аварийно-спасательных работ при изоляции пожарного участка в условиях потенциальной угрозы взрыва метанопылевоздушных смесей. Установлена зависимость толщины взрывоустойчивой перемычки от площади поперечного сечения выработки, глубины места возведения, прочностных характеристик материалов моноблока перемычки при максимальной нагрузке ударной взрывной волны 2,8 МПа. Так, для взрывоустойчивой перемычки из строительного гипса при площади поперечного сечения горной выработки 16 м² и глубине места ее возведения 900 м толщина составит 3,2 м, а из высокопрочного пластифицированного гипса при тех же условиях – 2,2 м.

Замечания.

1) Во втором разделе диссертации приведены численные решения формирования взрывоопасной среды в горных выработках при прорывах метана и внезапных выбросах породы и газа. Аналогичные исследования загазования выработок при различных газодинамических явлениях проведены аналитическим методом Брюхановым А.М. В чём разница в полученных вами решениях? Они дублируют друг друга или имеются какие-то преимущества и в чём научная новизна?

2) Почему на рис. 6.2 для удовлетворительного согласования расчетных и экспериментальных данных при математическом моделировании пришлось сдвинуть максимум кривой по давлению на 50 м? Хотя по положению экспериментальных точек делать этого не следовало, так как совпадение положения максимумов при эксперименте и расчете было бы идеальным и без такого переноса.

3) При решении численными методами задач динамики ударных волн в работе для погашения осцилляций скачков давления введён коэффициент стабилизации k . С одной стороны, это позволило добиться удовлетворительной сходимости данных численных экспериментов с данными аналитических и экспериментальных исследований по местоположению и величине максимумов. Однако сами кривые избыточных давлений сильно отличаются друг от друга и за пределами максимальных значений возникают большие погрешности предложенного численного метода расчёта.

4) Непонятно, почему во втором разделе вместо формулы Грекова С.П. (2.25) для коэффициента турбулентной диффузии использована приближённая зависимость (2.26), когда задача решается численным методом?

5) Насколько правомочно выработки изолированного выемочного участка представлять в разделе 6 в виде прямой линии?

6) При расчёте на прочность гипсовой перемычки в чём отличие предлагаемого метода от известного?

7) нельзя ли было в разделе 7 не приводить многочисленные формулы (7.55)?

Сделанные замечания имеют рекомендательный характер, не снижают научную и практическую значимость, а также общую положительную оценку результатов диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным п. 2.1 Положения о присуждении ученых степеней.

Диссертация Агеева Владимира Григорьевича «Научные основы создания способов и средств локализации ударных волн при ведении горноспасательных работ по изоляции пожаров в шахтах» является самостоятельным законченным научно-исследовательским трудом, в котором решена актуальная научно-прикладная задача раскрытия закономерностей процессов загазования горных выработок при прорывах метана и внезапных выбросах угля, процессов формирования и распространения дозвуковых и сверхзвуковых ударных волн в

сквозных, тупиковых и изолированных выработках, а также в сети выработок; для доказательства достоверности результатов теоретических исследований использовано большое количество экспериментальных данных в натуральных условиях по гашению ударных волн различными преградами (пенными и породными пробками, гипсовыми и бетонными перемычками и т.д); разработана на этой основе высокоэффективная технология гашения ударных волн различными средствами. Работа отвечает паспорту специальности 05.26.03 – «Пожарная и промышленная безопасность».

Диссертационная работа Агеева В.Г. по актуальности задачи, научной новизне, практической ценности и редакционному оформлению удовлетворяет требованиям Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки, которые предъявляются для получения ученой степени доктора технических наук, а ее автор, Агеев Владимир Григорьевич, заслуживает присуждения научной степени доктора технических наук по специальности 05.26.03 – «Пожарная и промышленная безопасность».

Официальный оппонент,
доктор технических наук, начальник
научно-исследовательского отдела ФГКУ
Национальный аэромобильный спасательный
учебно-тренировочный центр подготовки
горноспасателей и шахтеров, «Национальный
горноспасательный центр» МЧС России.
654011, г. Новокузнецк, ул. Авиаторов 54,
тел. 8-(384) 332-41-12
E-mail: ngc.nvk@gmail.com



Дмитрий Юрьевич Палеев

Подпись Палеева Д.Ю. заверяю,
начальник отдела кадров

Е.В. Казмирчук