

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗРУШЕНИЯ ПОЖАРНО-ОРОСИТЕЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА ВЗРЫВОМ В В МЕТАНОВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ

к.т.н. Сухоруков В.П. (НИИГД), к.т.н. Песоцкий М.К. (МакНИИ Мин-
топэнерго Украины)

Експериментально визначені параметри заряду вибухової речовини, що забезпечують безпечно руйнування пожежо-зрошувального трубопроводу у метаноповітряному середовищі при ліквідації аварій у тупикових виробках шахт.

EXPERIMENTAL RESEARCH DESTRUCTION OF FIRE – IRRIGATION PIPE WITH ED IN METHANE – AIR ENVIRONMENT

Suhoruckov V.P., Pesockiy M.K.

Parameters of explosive device charge, providing safe destruction of fire – irrigation pipe in methane – air environment during the elimination of accident in blind alley mines, are defined experimentally.

Для ликвидации пожаров в тупиковых выработках угольных шахт разработаны способы и средства позволяющие эффективно тушить очаги горения активным способом путем дистанционной подачи огнетушащих или инертных веществ по вентиляционным [1] или технологическим трубопроводам [2]. При выгорании вентиляционного трубопровода на значительной длине или нарушении его целостности на отдельных участках практически исключается возможность подачи огнетушащих веществ в аварийную выработку. Использование для этой цели пожарно-оросительного трубопровода возможно только при условии заблаговременной установки на нем в забое тупиковой выработки специального стационарного устройства, обеспечивающего его дистанционную разгерметизацию [3]. Однако эти устройства обладают низкой надежностью и при длительной эксплуатации в шахте становятся не работоспособными.

Для разгерметизации пожарно-оросительного трубопровода может быть использован комплект оборудования [4-6] предназначенный для оказания помощи пострадавшим оказавшимся за завалом в результате обрушения горной выработки. Комплект включает устройство, состоящее из двух ножей и соединенного с ними гидравлического цилиндра. Устройство с помощью штанг доставляется по трубопроводу в заранее определенное место за завалом и под действием высокого давления ножами перерезает трубопровод. Технические характеристики этого устройства позволяют осуществить разгерметизацию пожарно-оросительного трубопровода за зоной обрушения горной выработки, максимальная протяженность которой, как показано в работе [7], не превышает 42м. В тоже время использование этого устройства для разгерметизации пожарно-оросительного тру-

бопровода при ликвидации пожара в тупиковой выработке не представляется возможным из-за незначительной длины перемещения ножей. Это существенно ограничивает область его применения так как не представляется возможным осуществить разгерметизацию пожарно-оросительного трубопровода в промежутке между запорной арматурой, устанавливаемой на расстоянии друг от друга не менее 400м [8].

В связи этим необходимо, чтобы установка, осуществляющая разгерметизацию пожарно-оросительного трубопровода, могла с одной стороны доставить разгерметизирующее устройство в любое промежуточное место по длине трубопровода, а с другой – обеспечить безопасное его разрушение в атмосфере содержащей взрывоопасную концентрацию метана.

Для доставки разгерметизирующего устройства может быть применена установка, использующая принцип перемещения описанный в работе [9], а именно: способ прокладки гибкого рукава выворачиванием его наизнанку, а в качестве устройства, обеспечивающего разгерметизацию пожарно-оросительного трубопровода, использовать заряд взрывчатого вещества (ВВ), разрешенного к применению в угольной промышленности.

Очевидно, что параметры заряда ВВ, способного разрушить трубопровод, могут оказать влияние на технические характеристики и конструкцию установки, обеспечивающей его транспортировку.

В связи с этим, цель настоящей работы является экспериментальное определение параметров заряда ВВ способного безопасно разрушить пожарно-оросительный трубопровод в метановоздушной среде тупиковой выработки при ликвидации аварии в угольной шахте.

Исследования безопасного и эффективного разрушения пожарно-оросительного трубопровода взрывом выполнялись в специальном опытном штреке МакНИИ [10]. Взрывание ВВ различной конструкции проводилось в металлических трубах длиной 1,3м с внутренним диаметром 100мм, толщиной стенки 5-6мм, при этом один конец трубы был заварен. Образцы труб подвешивались по центру взрывной камеры так, чтобы их ось совпадала с осью опытного штрека, а заваренный торец был направлен в сторону днища трека. Заряд ВВ помещался на расстоянии 0,4м от заваренного конца трубы и инициировался электродетонаторами типа ЭДКЗ-ОП. Если от взрыва труба заметно не повреждалась, то она использовалась для следующего опыта. В этом случае заряд смещался на расстояние 0,4м от места предыдущего взрыва в сторону открытого конца трубы. Концентрация метана во взрывной камере опытного штрека во всех опытах составляла $9 \pm 0,5$ об. %.

Экспериментальные исследования по подбору типа ВВ для безопасного и эффективного разрушения пожарно-оросительного трубопровода проводились с учетом следующих требований:

1. трубопровод изготовлен из стали марки 10 или 20;
2. трубопровод может быть пустым или заполнен водой;
3. взрыв заряда ВВ должен полностью перебивать трубопровод, либо образовывать в нем отверстие сечением не менее площади поперечного

сечения трубы;

4. в качестве заряда ВВ должны быть использованы патроны промышленных ВВ, широко применяемых в угольных шахтах;

5. заряд ВВ должен свободно размещаться в специальном рукаве диаметром не более 90 мм;

6. взрыв заряда не должен воспламенять метановоздушную смесь.

В период проведения экспериментов (1993г.) в угольной промышленности применялись предохранительные ВВ: аммонит Т-19 IY класса, угленит Э-6 У класса и патроны П12ЦБ-2/2 УI класса. Среди них, судя по работоспособности и скорости детонации, наиболее приемлемым для разрушения трубопровода взрывом являлся аммонит Т-19. Аммонит Т-19 имел работоспособность 280 см^3 и скорость детонации 4000-4200 м/с, в то время как показатели ВВ У и УI классов предохранительности значительно ниже и не превышали соответственно 90-130 см^3 и 2000 м/с.

Для определения условий взрывания зарядов ВВ были выполнены сравнительные расчеты воздействия ударной волны на трубы при использовании аммонита Т-19 для случая воздушного зазора и зазора заполненного водой. Расчеты показали, что наиболее жесткими условиями испытаний является взрывание зарядов при наличии воздушного зазора, что требует более высокого давления ударной волны. Кроме того, отсутствие воды в трубопроводе может увеличить вероятность воспламенения метановоздушной смеси.

Экспериментальные исследования по подбору типа ВВ для эффективного и безопасного разрушения трубопровода проводились в максимально жестких условиях. В опытах использовалась стехиометрическая смесь метана, которая, как известно, наиболее чувствительная к источнику воспламенения.

Как показали результаты первого опыта, при взрыве одного патрона П12ЦБ-2/2 массой 300 г заметного повреждения трубопровода и воспламенения смеси метана не происходит. При увеличении массы заряда до 600г (два патрона П12ЦБ-2/2, связанных в пучок) наблюдается лишь незначительное разрушение трубопровода в месте установки заряда без воспламенения метановоздушной смеси (рис. 1а).

На следующем этапе экспериментальные исследования по подбору типа ВВ были продолжены с использованием ВВ У класса предохранительности, а именно угленита Э-6. Первоначально в трубопроводе был взорван один патрон угленита Э-6 массой 200г. Результаты осмотра показали, что в месте размещения заряда ВВ трубопровод несколько раздут. Взрыв заряда данной массы воспламенения смеси метана не вызвал. В следующем опыте заряд был увеличен на половину патрона и составил 300г. Однако и в этом случае разрушение трубопровода достигнуто не было. Воспламенение смеси метана также отсутствовало. Не был достигнут желаемый результат и при взрывании двух патронов угленита Э-6, связанных в пучок (масса заряда ВВ 400г).



а)

б)

в)

Рис.1. Результаты экспериментов по разрушению пожарно-оросительного трубопровода взрывом зарядов взрывчатых веществ типа патрон П12ЦБ-2/2, угленит Э-6 и аммонит Т-19.

Как показано на рис.1б, взрыв заряда угленита Э-6 массой 400г вызывает расширение трубопровода без трещин и порывов. Воспламенения метановоздушной смеси, как и в предыдущих опытах отсутствовали.

Опыты с последующим наращиванием разрушающей силы взрыва за счет увеличения массы заряда ВВ не проводилось. Это обусловлено тем, что заряд ВВ, состоящий более чем из двух связанных в пучок патронов, не приемлем для указанных целей по требованиям к его диаметру.

Эффективное разрушение пожарно-оросительного трубопровода было достигнуто лишь при применении ВВ IY класса предохранительности аммонита Т-19. Как видно на рис.1в взрыв одного патрона аммонита Т-19 массой 300г перебивает трубопровод на две части со значительным образованием и разлетом металлических осколков. Таким образом, экспериментальные исследования подтвердили правильность расчетов в том, что работоспособность аммонита Т-19 достаточно для эффективного разрушения пожарно-оросительного трубопровода. Однако при взрывании патрона Т-19 массой 300г вызывает воспламенение метановоздушной смеси.

В связи с этим опыты по определению оптимальной массы заряда были начаты с заряда ВВ величиной 100г, что составляет третью часть патрона аммонита Т-19. Как показали результаты эксперимента, взрыв заряда аммонита Т-19 такой массы (рис.2а) пробивает стенку трубопровода в месте его расположения без воспламенения смеси метана. С увеличением массы заряд до 200г трубопровод практически разрывается на две части (рис.2в), однако при этом происходит разлет осколков и воспламенение



а)

б)

в)

Рис.2. Результаты взрывания патронов аммонита Т-19 массой 100, 150 и 200г.

смеси метана. При снижении массы заряда до 150г, также обеспечивается требуемая степень разрушения трубопровода (рис.26). Дальнейшие испытания заряда данной массы показали, что иногда происходит воспламенение метановоздушной смеси.

Помимо этого, были проведены испытания заряда аммонита Т-19 массой 150г в условиях, когда трубопровод закрыт с обоих концов, что имеет место на практике. Такие условия, с точки зрения воспламенения метана являются менее жесткими, чем когда один конец трубопровода открыт. Для моделирования данных условий, открытая сторона трубопровода после размещения в нем заряда герметично заделывалась глиной на длину 8-10см. Тем не менее уже на третьем опыте стало ясно, что воспламенение метановоздушной смеси возможно и в условиях закрытого трубопровода.

Для предотвращения случаев воспламенения метановоздушной смеси при взрыве заряда аммонита Т-19 был апробирован порошок КСВ-30, состоящий из смеси хлорида натрия (45%) и углекислого кальция (55%) с добавкой поверхностно-активного вещества. Этот порошок обладает ингибирующими свойствами и применяется при взрывных работах в угольных шахтах опасных по газу и пыли в качестве защитного средства от воспламенения.

Конструкция изготовленных высокопредохранительных зарядов ВВ с использованием взрывоподавляющего порошка показана на рис.3. Общий вид 1 заряда ВВ показан на позиции (а). Детали конструкции заряда

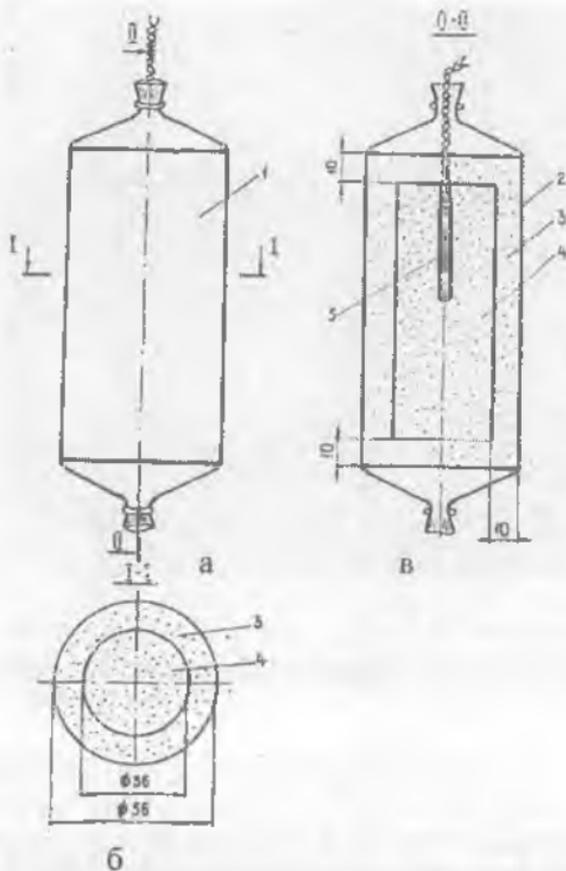


Рис.3. Схема конструкции высокопредохранительных зарядов ВВ.

показаны на позициях (б) и (в), где 2-полиэтиленовая оболочка диаметром 56мм; 3-порошок КСВ-30 толщиной слоя 10мм; 4-патрон аммонита Т-19 массой 100-150г и 5- электродетонатор типа ЭДКЗ-ОП. Общая масса заряда ВВ была равна 400г.

Высокопредохранительные ВВ согласно требованиями работы [11] могут быть допущены к применению в угольных шахтах опасных по газу и пыли, если из 20 взрываний в опытном штреке не было ни одного случая воспламенения смеси метана. По данным же работы [11] взрывчатое вещество можно считать выдержавшим испытание с надежностью 0,99, если в 12 опытах отсутствовали воспламенения смеси метана. Результаты испытаний зарядов аммонита Т-19 в порошковой полиэтиленовой оболочке приведены в таблице 1.

Наиболее типичный характер разрушения трубопровода, получаемый при взрыве аммонита Т-19 во взрывозащитной оболочке, приведен на рис.4а и 4б в сравнении с образцом разрушенного трубопровода от взрыва такого же заряда ВВ без взрывозащитной оболочки (рис.4в).

Таблица 1. Результаты испытаний зарядов аммонита Т-19.

№ п/п	Масса порошка КСВ-30, г	Масса ВВ, г	Результаты опытов	
			Воспламенение смеси метана	Характер разрушения трубопровода
1	400	150	отсутствовало	площадь разрыва трубы превышает ее сечение
2	390	150	то же	то же
3	370	150	то же	то же
4	410	150	то же	то же
5	410	150	то же	то же
6	410	150	то же	то же
7	360	150	то же	то же
8	360	150	то же	то же
9	400	150	то же	то же
10	410	150	то же	то же
11	390	150	то же	то же
12	400	150	то же	то же

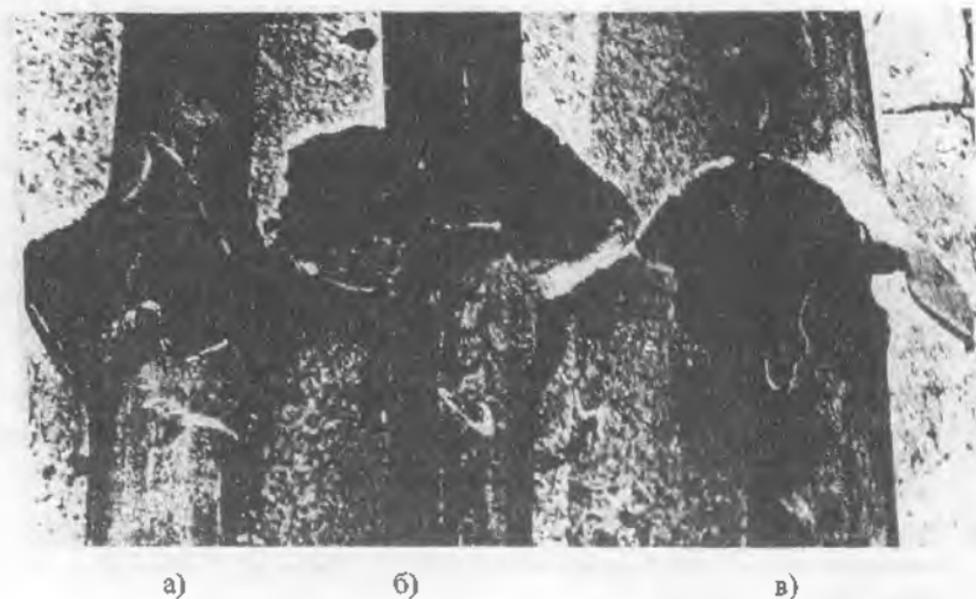


Рис.4. Результаты взрывания патронов аммонита Т-19 во взрывозащитной оболочке.

Таким образом, результаты испытаний показали, что обеспечение заряда аммонита Т-19 взрывозащитной оболочкой из порошка КСВ-30

предотвращает случай воспламенения метановоздушной смеси и практически не оказывает влияние на степень разрушения эксплуатируемого трубопровода.

По результатам выполненных исследований получено положительное заключение МакНИИ о возможном безопасном и эффективном использовании заряда аммонита Т-19 с массой 100-150г в оболочке из взрывозащитного порошка КСВ-30 для разгерметизации пожарно-оросительного трубопровода в шахтах, опасных по газу и пыли.

В настоящее время на угольных шахтах применяются взрывчатые вещества более высокого уровня безопасности с точки зрения выгорания патрона и образования ядовитых продуктов взрывания (количество СО снижено в 2,5-3раза), а именно: IV класс - аммониты типа Ф-5 и Г-5, V класс - угленит типа 13П и VI класс - угленит типа 10П. Работоспособность угленитов 13П составляет 145-185 см³, а 10П соответственно 125-150 см³. Аммониты Ф-5 и Г-5 по взрывчатым показателям и предохранительным свойствам находятся на уровне аммонита Т-19.

Таким образом для разрушения пожарно-оросительного трубопровода можно использовать предохранительные аммониты IV класса марок Ф-5 или Г-5, выпускаемые в настоящее время промышленностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по тушению пожаров в тупиковых выработках. Донецк: НИИГД, 1987.- 60 с.
2. Использование шахтных трубопроводов для подачи азота в горные выработки. Донецк: Донбасс, 1973, 85 с.
3. А.с. 1000641 СССР, МКИ F 16 J 13/08, E 21 F 11/00, Устройство для герметизации тупиковых участков шахтных воздухопроводов, Оpubл. в БИ №8, 1983.
4. Марийчук И.Ф., Голдынский Г.Г., Шилинговский И.Н. Локальная разгерметизация пожарно-оросительного трубопровода в горной выработке за завалом для подачи воздуха пострадавшим // Горноспасательное дело: Сб. науч. тр./ НИИГД.- Донецк, 1994.- С.49-56.
5. Марийчук И.Ф., Медгаус В.М., Пефтибай Г.И. Разгерметизация пожарно-оросительного трубопровода для оказания помощи пострадавшим за завалом // Горноспасательное дело: Сб. науч. тр. / НИИГД.- Донецк, 1997.- С.86-89.
6. Медгаус В.М. Система жизнеобеспечения находящихся за завалом пострадавших // Горноспасательное дело: Сб. науч. тр. / НИИГД. - Донецк, 1999.- С. 149-155.
7. Чистюхин В.В., Кудинов В.П., Папушин А.Ю. Анализ аварий, связанных с обрушением пород в горных выработках // Горноспасательное дело: Сб. науч. тр./ НИИГД.-Донецк, 1994.- С.22-26.
8. Збірник інструкцій до правил безпеки у вугільних шахтах. т. 2, Київ. 2003 , 416 с.

9. Сухоруков В.П., Кузнецов В.В. Расчет параметров установки дистанционной прокладк гибкого трубопровода. // Разраб. Месторождений полезных ископаемых: Респ. Межвед. Науч.-техн. Сб.-1991. – Вып. 89. С.93-98.
10. ГОСТ 7140-81 “Вещества взрывчатые промышленные. Методы испытаний в метановоздушной и пылевоздушной смесях”.
11. Песоцкий М.К., Гришюк И.С. О необходимом количестве опытов при испытаниях предохранительных взрывчатых веществ //Снижение травматизма при взрывчатых работах в угольных шахтах:Сб. науч. тр. / МакНИИ.- Макеевка – Донбасс, 1986, С.- 5-11.