

УДК 355.588: 622.235

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОПЛОТНЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО РАЗБОРА ЗАВАЛОВ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Т.А. Джумакунов, В.Д. Савинков

Обосновано применение низкоплотных взрывчатых составов для оперативной ликвидации завалов из камней и бетонных блоков при чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации; аварийно-спасательные и другие неотложные работы; низкоплотные взрывчатые составы; горные дороги; разбор завалов.

APPLICATION OF LOW-DENSITY EXPLOSIVE COMPOUNDS FOR EMERGENCY EFFECTIVE DISSOLUTION

T.A. Dzhumakunov, V.D. Savinkov

Application of low-density explosive compounds for emergency effective extinguishing of rock-fall and cement blocks has been under consideration.

Key words: emergency situation; accident and rescue work and other urgent work; low-density explosive compounds; pikes (mountain roads); dissolution.

Многие природные явления и чрезвычайные ситуации (ЧС) такие, как проливные дожди, камнепады, землетрясения, цунами, оползни, взрывы различного происхождения, характеризуются большим объемом нарушений рельефа местности, разрушением дорог, зданий, инженерно-технических сооружений и т. д. В результате образуются завалы из обломков различной массы, формы и материала, перекрывающие автомобильные дороги, подъездные пути, а также подходы к производственным и гражданским зданиям и сооружениям (рисунки 1, 2).

В этих случаях необходим вызов специальных служб и техники для разбора завала, что в условиях горных дорог приводит к длительным простоям и пробкам. При этом необходимо учитывать, что валуны, блоки бетона и т. д., образовавшиеся при чрезвычайных ситуациях, зачастую не имеют удобных мест крепления тросов и строп, что при производстве работ может привести к дополнительным трудностям или авариям.

В таких случаях авторы предлагают использовать специальные взрывные работы с помощью



Рисунок 1 – Валун на дороге



Рисунок 2 – Блоки перед зданием

взрывчатых смесей простейшего состава,готавливаемых на месте производства работ. Однако использование промышленных бризантных взрывчатых веществ задачу разбора завалов решает не полностью, так как при их применении валуны и блоки дробятся на более мелкие фрагменты, для удаления которых опять-таки требуется специальная техника.

В результате анализа литературы и проведенных исследований были выбраны простейшие взрывчатые составы на основе аммиачной селитры и вспененного полистирола. Главная особенность таких ВВ, как и любых смесевых взрывчатых веществ, состоит в том, что они являются грубодисперсными, физически и химически неоднородными системами, включающими вещества со слабо выраженными взрывчатыми свойствами (аммиачная селитра), горючие материалы, не обладающие взрывчатыми свойствами (дизельное топливо, пенополистирол и др.), а также инертные вещества (вода и др.). Такая неоднородность состава взрывчатых смесей обуславливает и особую специфику их взрывчатого превращения [1, 2]. Простейшие взрывчатые смеси с пенополистиролом детонируют по механизму взрывного горения, когда реакция взрывчатого превращения совершается в две стадии. Вначале происходит первоначальное разложение или газификация в детонационной волне исходных компонентов (первичные реакции), и затем продукты разложения взаимодействуют между собой или с веществами, не претерпевшими на первой стадии химических или фазовых превращений (вторичная реакция). С особенностями взрывчатого превращения смесевых ВВ связана зависимость критических условий распространения детонации и параметров детонации от размеров частиц компонентов, соотношения между размерами частиц горючего, окислителя и сенсibilизатора, от равномерности смешения компонентов и т.д. Влияние структурных особенностей ослабляется с увеличением диаметра заряда, и при некотором критическом диаметре параметры детонации целиком определяются химической природой ВВ и его плотностью. С другой стороны, предельная плотность взрывчатого вещества зависит от размеров частиц компонентов и диаметра заряда. Еще в 1947 г. А.Ф. Беляевым при исследовании условий устойчивости детонации динамона "Т" различного качества [3] были получены зависимости предельной плотности взрывчатой смеси от степени дисперсности компонентов и диаметра зарядов. Для получения нужного эффекта следует использовать диаметр в 6–8 раз больше того, который уже может обеспечить устойчивую детонацию. Таким образом, детонационную стабильность можно по-

высить путем снижения плотности, не изменяя при этом дисперсность состава. Использование в качестве горючей добавки вспененного полистирола с объемной плотностью 20–35 кг/м³ позволяет осуществлять регулирование плотности взрывчатых смесей от 800 до 200 кг/м³ [4]. Специфические свойства пенополистирола как компонента взрывчатой смеси способствуют значительному повышению стабильности и чувствительности ВВ [5].

В процессе исследований способов разбора завалов было рассмотрено несколько вариантов простейших взрывчатых смесей (ПВС) на основе вспененного полистирола (таблица 1). Поскольку ПВС предполагается использовать и на высокогорных дорогах Кыргызстана, особое внимание было обращено на температуру смерзания компонентов.

Взрывчатые составы марки ФПА, представленные в таблице 1 под номером 2, представляют собой белую нерасплаивающуюся смесь гранул аммиачной селитры с гранулами пенополистирола, увлажненную водным раствором этиленгликоля. ВВ марки ФПА изготавливаются на месте применения в специальных смесительно-зарядных агрегатах и предназначены для ведения взрывных работ на дневной поверхности по слабым и средней крепости необводненным породам. Допускается ручное приготовление ВВ марки ФПА.

Взрывчатые вещества марки ФПА относятся ко II классу взрывчатых веществ по классификации промышленных ВВ, принятой СЭВ. ВВ марки ФПА изготавливаются непосредственно при зарядании и не подлежат хранению вне скважин и шпуров. Допускается патронирование ВВ марки ФПА в полиэтиленовые шланги и рукава.

Взрывчатые вещества марки ФПА недостаточно чувствительны к КД, требуют использовать промежуточный детонатор, в качестве которого достаточно одной шашки ТГ-400 по ОСТ 84-411–80 или другого вида из выпускаемых промышленностью. Шпуровые заряды ВВ марки ФПА инициируются двоякой нитью детонирующего шнура. Допускается прямое, обратное и встречное инициирование заряда.

При таких достоинствах взрывчатых веществ марок ФПА, как физическая стабильность, сравнительно низкая стоимость они имеют и недостатки, обусловленные, в основном, наличием в их составе этиленгликоля, который ядовит и имеет высокую стоимость. Данный компонент вводится в состав взрывчатых смесей в качестве антифриза и в холодное время года необходим. В теплые периоды возможна замена этиленгликоля на более дешевые смачиватели (горючее). Кроме того, ВВ марки

Таблица 1 – Рецептурные и теплофизические характеристики ПВС

№ ПВС	Основные компоненты	Смачиватель	Температура смерзания, °С	Новизна и использование
1	ПП ($\rho = 5-10 \text{ кг/м}^3$) Na Cl + вода + AC	Водный раствор Na Cl	-20	Патент АЗ № 1811688
2	ПП ($\rho = 40-50 \text{ кг/м}^3$) ЭГ + вода + AC	50 % водный раствор этиленгликоля	-40	А.с. № 1160687 Журн. пост. № 347 /86
3	ПП ($\rho = 30-50 \text{ кг/м}^3$) Уротропин + вода+AC	50 % водный раствор уротропина	-50	А.с. №1564971
4	ПП ($\rho = 10-30 \text{ кг/м}^3$), вспенен. в ВРЭ + AC	10-60 % водный раствор этиленгликоля	-60	А.с. №1601972
5	ПП ($\rho = 10-90 \text{ кг/м}^3$), ДТ + ИПС + AC	Раствор изопропи- лового спирта в ДТ	-65	А.с. № 1412240 Журн. пост. № 370/87

Таблица 2 – Весовая доля компонентов Гранулита-П

Компонент	Весовая доля, %
Селитра гранулированная аммиачная	94 + 1 *
Полистирол вспенивающийся	3,5 + 0,5 **
Дизельное топливо	2,5 + 0,5

Примечание: * допускается также чешуйчатая и водоустойчивая селитра марки ЖВ;

** плотность полистирола, в зависимости от необходимой концентрации энергии, находится в пределах 0,5–0,02 г/см³.

ФПА имеют нерегулируемую объемную концентрацию энергии, равную для ФПА-1 – 450 ккал/дм³ и для ФПА-2 – 150–180 ккал/дм³. С целью создания более универсального взрывчатого вещества была разработана взрывчатая смесь на основе гранулированной аммиачной селитры, дизельного топлива и вспенивающегося полистирола, так называемый Гранулит-П, представленный в таблице 1 под номером 5. Весовая доля компонентов, входящих в состав данного ВВ представлена в таблице 2.

Как видно из данных таблицы 2, Гранулит-П является, с одной стороны, аналогом игданита, так как в его составе находятся аммиачная селитра и дизельное топливо, с другой – он схож с ВВ марки ФПА, так как содержит вспененный полистирол. Однако Гранулит-П не имеет недостатков своих аналогов. По сравнению с игданитом он физически более стабилен, а по сравнению с ВВ марки ФПА имеет регулируемую объемную концентрацию энергии взрыва и не содержит этиленгликоля. Гранулит-П, как и игданит и ВВ марки ФПА, изготавливается на месте применения с использованием оборудования, допущенного для этих целей Госгортехнадзором.

Допускается немеханизированное (ручное) изготовление Гранулита-П. Смешивание аммиачной селитры со вспененным полистиролом производится в смесительной камере зарядного агрегата или в смесительной емкости, куда одновременно в заданной пропорции подаются аммиачная селитра, вспененный полистирол и дизельное топливо.

Определение основных физических свойств Гранулита-П в зависимости от плотности пенополистирола было проведено на начальной стадии его разработки. Тогда же были проведены аналитические расчеты детонационных параметров. Использование Гранулита-П для разбора завалов при чрезвычайных ситуациях поставило ряд дополнительных задач, одна из которых – установление влияния плотности пенополистирола на скорость детонации Гранулита-П.

Исследования проводились во взрывной камере. В металлических трубах диаметром 60 мм взрывались заряды Гранулита-П при различной его плотности. Зависимость скорости детонации Гранулита-П от времени вспенивания входящего в его состав пенополистирола, представлена в таблице 3.

В полигонных условиях проводились исследования зарядов Гранулита-П больших диаметров. Результаты исследований показали, что изменяя степень вспенивания пенополистирола можно регулировать скорость детонации Гранулита-П, а следовательно, в значительных пределах изменять его детонационное давление.

Исследования по установлению влияния плотности пенополистирола на полезный импульс взрыва проводились во взрывной камере ВостНИИ на импульсометре И-25. По методике ВостНИИ определялась высота подъема груза в зависимости от плотности пенополистирола. Полученные данные приведены в таблице 4.

Таблица 3 – Зависимость скорости детонации Гранулит-П и насыпной плотности вспененного полистирола (Рпп) от времени вспенивания

Время вспенивания, с	0	30	90	120	180	300	600	900
Рпп	0,8	0,25	0,07	0,05	0,04	0,035	0,025	0,02
Скорость детонации, м/с	2000	2000	2000	1800	1750	1700	1650	1600



Рисунок 3 – Общий вид блока а) до взрыва; б) момент взрыва

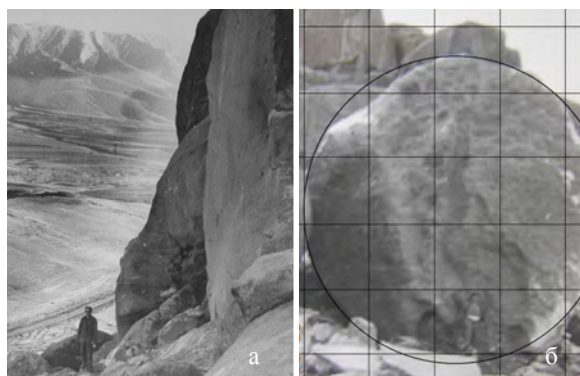


Рисунок 4 – Блок сброшен: а) место блока; б) вид торца сброшенного блока



Рисунок 5 – Блок до взрыва

Таблица 4 – Высота подъема груза на импульсомере ВостНИИ в зависимости от времени вспенивания полистирола

Время вспенивания, с	0	60	90	120	180	300	600
Высота подъема груза, м	1,38	1,25	1,05	0,93	0,90	0,80	0,75

Следует отметить, что заряд игданита (5,5 % ДТ) поднимает груз на высоту 0,8–0,9 м. Следовательно, по полезному импульсу Гранулит-П значительно превосходит игданит.

На следующем этапе исследований были проведены опытные взрывы для перемещения блоков



Рисунок 6 – Обмер блока

камня и бетона. На карьере “Каинда” Таласской области для перемещения был выбран гранитный валун объемом около 400 м³, что соответствует массе, приблизительно в 1000 тонн. Взрывчатый состав Гранулит-П готовили ручным способом и помещали в расщелину между блоками гранита. Всего было заряжено около 100 кг Гранулит-П. Вид перемещаемого валуна до, в момент и после взрыва заряда показан на рисунках 3–4.

Опытные взрывы по перемещению бетонных блоков проводили на полигоне. Был подготовлен заряд взрывчатого состава марки ФПА-1 весом 1 кг, который поместили под бетонный блок объемом 0,2 м³ (массой около 500 кг). Результаты полигонных испытаний представлены на рисунках 5–8.



Рисунок 7 – Приготовление состава ФПА-1: а) подготовка заряда; б) Размещение заряда



Рисунок 8 – Результаты взрыва 1 кг состава ФПА-1

Таким образом, результаты исследований и экспериментов показали возможность и большие перспективы использования низкоплотных взрывчатых смесей простейшего состава для взрывного разбора завалов при различных чрезвычайных ситуациях. Необходимо отметить, что при взрывном способе разбора завалов не существенна форма и масса перемещаемых блоков, а решающими факторами являются место (или места) размещения зарядов и их энергетические характеристики, которые при использовании ПВС могут варьироваться в очень широких пределах.

Литература

1. *Нифадьев В.И., Калинина Н.М., Савинков В.Д.* Низкоплотные и сверхнизкоплотные взрывчатые смеси: механизм детонации, область применения / В.И. Нифадьев, Н.М. Калинина, В.Д. Савинков // Научно-инновационная деятельность КРСУ. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2011. 298 с.
2. *Нифадьев В.И., Калинина Н.М., Савинков В.Д.* Низкоплотные и сверхнизкоплотные взрывчатые смеси / В.И. Нифадьев, Н.М. Калинина, В.Д. Савинков // Научно-инновационная деятельность КРСУ: Информационно-рекламный сборник. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2012. 236 с.
3. *Андреев К.К., Беляев А.Ф.* Теория взрывчатых веществ / К.К. Андреев, А.Ф. Беляев. М.: Оборонгиз, 1960. 596 с.
4. *Савинков В.Д., Калинина Н.М.* Результаты испытаний и внедрения простейших взрывчатых смесей на карьерах / В.Д. Савинков, Н.М. Калинина // Инф. листок, сер. 52.13.21. Фрунзе: КиргНИИНТИ, 1988.
5. *Баранов Е.Г., Жаркенов М.И. и др.* Исследование работоспособности взрывчатых смесей джезполитов с регулируемой плотностью / Е.Г. Баранов, М.И. Жаркенов и др. // ФТПРПИ. 1981. № 2. С. 45–49.