

УДК 622.235.43

ФОРМИРОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ВВ ПРИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТАХ НА ДНЕВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Шиман Л.Н. к.т.н., Устименко Е.Б. к.т.н., Кириченко А.Л., Подкаменная Л.И.

ГП «НПО «Павлоградский химический завод»

514002 г. Павлоград, ул. Заводская, 44

E-mail: dirphz@mail.pkhz.dp.ua

Проведена оцінка різних типів свердловинних зарядів ВР на основі сумішей найпростіших ВР типу ANFO та емульсійних ВР. Показана технічна та економічна ефективність застосування сумішевих емульсійних ВР і «важкого» ANFO, а також надані рекомендації з їхнього застосування для різних умов заряджання свердловин.

Ключові слова: свердловинні заряди ВР, сумішеві емульсійні ВР, ефективність використання.

The estimate of different types of explosive borehole charges produced from mixtures of ordinary explosives such as ANFO and emulsion explosives was made. Technical and economic efficiency of mixed emulsion explosives and «heavy» ANFO was demonstrated, and besides the guidelines were made how to use those explosives in different conditions of borehole loading.

Key words: explosive borehole charges, mixed emulsion explosives, efficiency.

Введение. Современные требования к буровзрывным работам (БВР) с учетом многообразия горных пород по физико-механическим свойствам, структурным и гидрогеологическим особенностям требуют дифференцированного подхода к выбору взрывчатых веществ при производстве взрывных работ.

Тип ВВ и его взрывчатые характеристики во многом определяют выбор технико-экономических параметров буровзрывных работ, а также возможность механизации работ, связанных с изготовлением и заряджанием ВВ в скважины.

Анализ предыдущих исследований. В последние годы при производстве взрывных работ на дневной поверхности широко применяются бестриловые простейшие и водоземulsionные ВВ, разработанные и изготавливаемые на ГП «НПО «ПХЗ», в том числе изготавливаемые на местах применения с использованием смесительно-зарядных машин (СЗМ).

Опыт взрывания пород с переменной по высоте уступа обводненностью, линией сопротивления, физико-механическими свойствами пород с использованием сплошных зарядов эмульсионных ВВ (ЭВВ), обладающих высокой скоростью и давлением во фронте детонационной волны, указывает на снижение эффективности дробления таких пород по мере уменьшения их сплошности и увеличения трещиноватости.

Для увеличения эффективности дробления пород в таких случаях требуется изменение динамики деформации горных пород за счет применения ВВ с меньшей скоростью детонации, но обладающих большей фугасностью и объемом газообразных продуктов детонации.

Как известно, применение простейших неводоустойчивых ВВ типа ANFO, имеющих широкую зо-

ну химической реакции со стабильно малой скоростью детонации и способность обеспечивать высокую степень дробления горных пород ограничено рядом факторов и целесообразно только в условиях сухих забоев.

В настоящее время специалистами ГП «НПО «ПХЗ» проводится работа по выбору оптимальных условий использования смесей водоземulsionных и простейших ВВ, а также их технологии механизированного заряджания при формировании комбинированных скважинных зарядов [1].

Цель работы. Выбор конструкций и оптимизация параметров скважинных зарядов применительно к конкретным горногеологическим условиям и достижение эффективных технико-экономических показателей взорванной горной массы.

Материал и результаты исследований. Для проведения взрывных работ в условиях нерудных месторождений было предложено несколько типовых конструкций скважинных зарядов (рис. 1). Взрывные работы с использованием комбинированных конструкций зарядов ВВ производились по породам с крепостью пород по шкале Протодеяконова 12-16. Для инициирования скважинных зарядов применяется неэлектрическая система «Прим-ЕРА», а в качестве промежуточных детонаторов – патроны ЭВВ марки «ЕРА-Р» или шашки Т-800 [2].

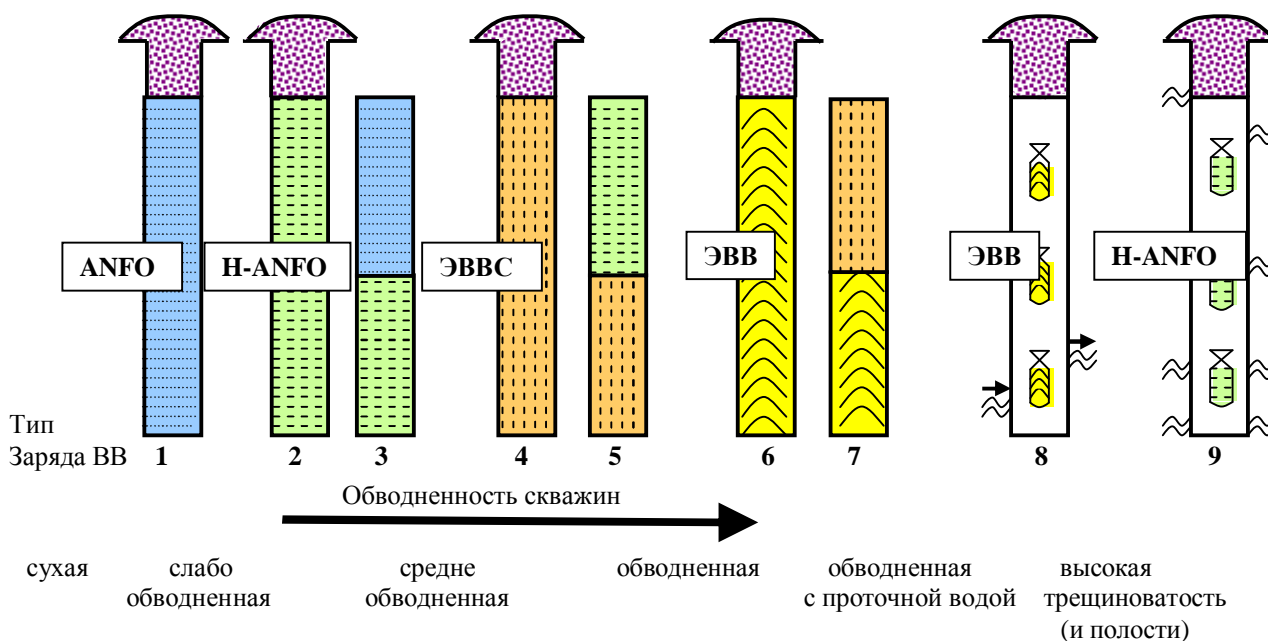
При выборе параметров скважинных зарядов использовался метод изменения концентрации энергии ВВ в единице объема массива горных пород.

$$K_9 = \frac{Q_v \cdot V_{скв}}{V_{г.м.}}, \text{ [кДж/м}^3\text{]}$$

где Q_v – объемная энергия взрыва ВВ;

$V_{скв}$ – объем скважины;

$V_{г.м.}$ – объем горной массы.



Тип заряда	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Структура заряда ВВ	ANFO (гранулит «М»)	H-ANFO (100%)	низ- (30%) H-ANFO верх- (70%) ANFO	ЭВВ-смеси-100% (ЭМ>50%)	низ-ЭВВ (ЭМ>50%) верх- H-ANFO	ЭВВ-смеси-100% (ЭМ>70%)	низ-ЭВВ (ЭМ>70%) верх-ЭВВ-смеси (ЭМ>50%)	ЭВВ-смеси-100% (эмульсия>70%) в картузах Ø>dkp	H-ANFO 100% в картузах Ø>dkp

H-ANFO=эмульсия(<50%)+ANFO(гранулит«М») или ЭВВ(смеси)+ANFO

Рисунок 1 – Рекомендации по оптимизации зарядов ВВ в скважинах

Для пород с крепостью по шкале Протодяконова 10-12 значение коэффициента K_0 принималось на уровне 600÷800, для пород с крепостью 12-14 – на уровне 800÷1000, для пород с крепостью 14-16 – на уровне 1000÷1100.

Для получения широкого спектра энергонасыщенности скважинных зарядов эффективным методом является комбинирование различных видов ВВ в скважине, как в виде их последовательного использования по высоте скважины, так и в виде гетерогенных смесей; например, смесей ANFO с эмульсиями или ANFO с эмульсионными ВВ-смесями (ЭВВ-смеси).

При проведении серии опытных взрывов в условиях месторождений, имеющих одинаковые по свойствам горных пород участки, эффективность конструкций скважинных зарядов оценивалась по интенсивности дробления и ширине развала горной массы.

Однако расчет зарядов ВВ только по энергетическому критерию (теплоте взрыва) в значительной степени отличается от практических результатов. Очевидно для этого необходима корректировка

расчетов с учетом влияния скорости детонации, которой обладает заряд ВВ в скважине и которую возможно определить в результате практического применения.

Сравнение результатов взрывов, полученных на участках пород с переменными по высоте уступа свойствами горных пород, по мере уменьшения их сплошности, увеличения трещиноватости, установлено, что интенсивность дробления этих пород при равной теплоте взрыва ВВ тем выше, чем ниже скорость детонации. Из приведенных данных в табл. 1 видно, что широкий диапазон скорости детонации для ВВ типа ANFO, и так называемыми тяжелыми ANFO (H-ANFO) и ЭВВ-смесей, позволяет изменять время приложения нагрузки при взрыве и тем самым влиять на скорость деформации массива горных пород.

Наличие воздушных и водяных промежутков в скважинном заряде может привести к прерыванию детонации или развитию дефлаграционного процесса, когда энергия взрыва ВВ не реализуется в полном объеме.

Путь для решения этих проблем был найден за счет выбора оптимальных параметров производительности СЗМ, а также оптимизации реологических и взрывчатых свойств ВВ.

Аналогично по результатам практического использования ВВ типа гранулит «М» и Н-ANFO для определения параметров зарядов и прогнозирования экономических показателей на стадии выполнения проектных работ произведены расчеты относительной эффективности ряда ВВ (рис. 2).

Как видно из диаграмм, наибольшей эффективностью по критерию стоимость–применимость, обладают ВВ на основе ЭВВ-смесей и Н-ANFO. Приготовление таких смесей и соответственно формирование зарядов в скважинах производится с использованием СЗМ типа UMS, применяемых на ГП «НПО «ПХЗ» при проведении буровзрывных работ.

На рис. 3 представлен спектр различных видов ЭВВ и тяжелого ANFO (Н-ANFO), которые изготавливаются и заряжаются в скважины в зависимости от характеристик взрываеваемых пород на блоке и условий обводненности скважин.

Наряду с выбором конструкции заряда производилась отработка технологического процесса механизированного заряжения комбинированных зарядов ВВ, основной задачей которого являлось обеспечение проектных параметров взрывных работ.

Поскольку используемые при заряжении скважин смеси ЭВВ и Н-ANFO имеют плотность, близкую к 1,0 и относительно густую консистенцию, может возникнуть отрицательное явление, связанное с нарушением сплошности заряда образованием «пробок» и «разрыхлением» структуры колонки заряда ВВ.

Такое явление характерно при заряжении скважин диаметром менее 150 мм с производительностью СЗМ более 100 кг/мин, особенно при подаче ВВ от устья скважин.

Полученные результаты при отработке технологического процесса механизированного заряжения ВВ свидетельствуют в пользу того, что оптимальная производительность СЗМ для скважин диаметром <150 мм не должна превышать 100 кг/мин.

Таблица 1 – Характеристика смесевых ВВ

Наименование показателей	ANFO	Н-ANFO 25/75	Н-ANFO 50/50	ЭВВ смеси 75/25	ЭВВ «ЕРА»-Р
Объемная энергия, мДж/дм ³	3,3	4,2÷4,3	4,0÷4,1	3,8÷4,0	4,2÷4,3
Объем газов, л	974	941	908	841	921±31
Температура взрыва, С	2870	2873	2892	2931	2585±323
Скорость детонации, км/с	2,0	< 3,4	< 3,8	~ 4,3	~ 4,5

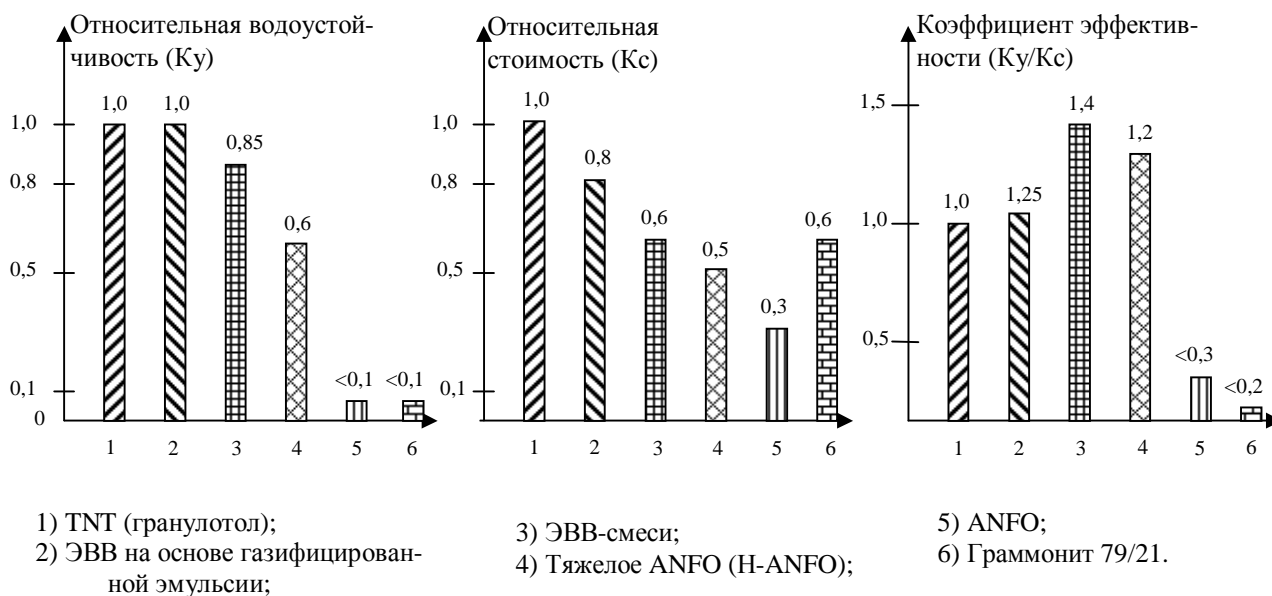


Рисунок 2 – Диаграмма относительной эффективности некоторых видов ВВ

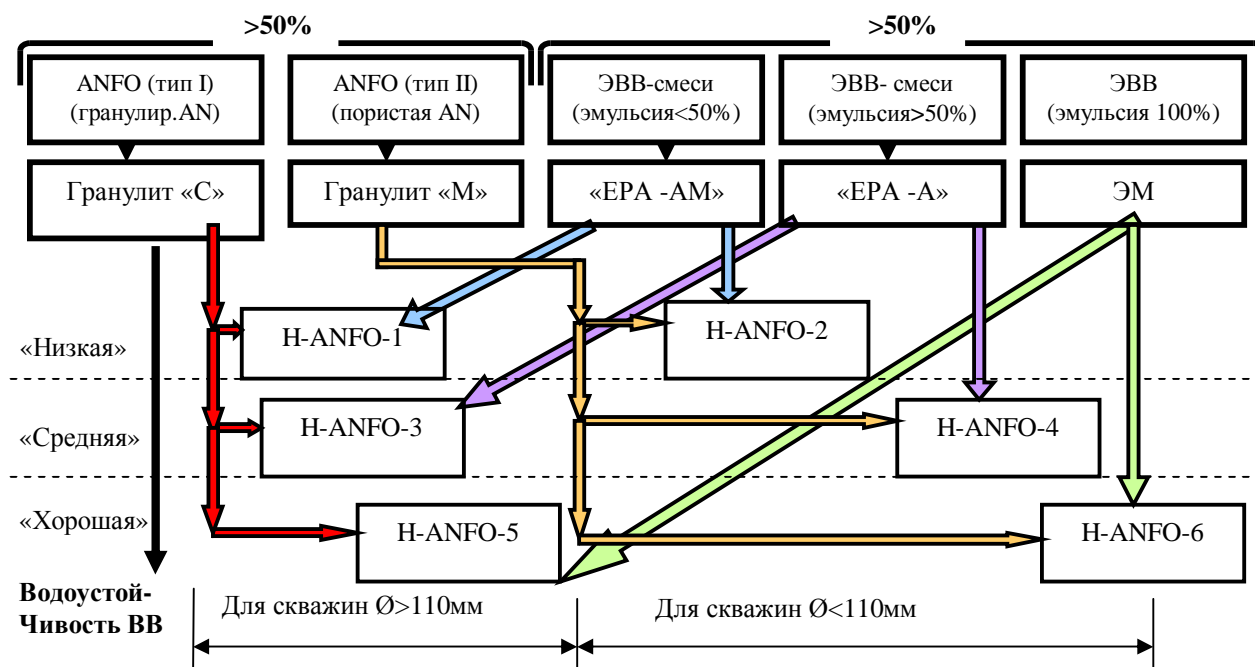


Рисунок 3 – Схема составления комбинированных рецептов для H-ANFO в зависимости от условий применения ВВ

Регулирование производительности СЗМ является эффективным способом управления и соблюдения требований по обеспечению сплошности заряда ВВ, особенно при зарядании среднеобводненных скважин.

Выводы. Применение СЗМ системы UMS позволяет сократить затраты на время выполнения технологических операций по механизированному заряданию ВВ, обусловленных снижением скорости зарядания, за счет выполнения одновременной зарядки двух скважин при формировании комбинированных зарядов.

Опыт применения комбинированных зарядов при зарядке скважин с использованием СЗМ позволяет снизить затраты на ведение БВР на 7÷10% без ухудшения показателей качества дробления горной массы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Опыт механизированного зарядания скважин эмульсионных ВВ марки «ЕРА», в том числе с продуктами переработки твердого ракетного топлива / А.Л. Кириченко, Л.Н. Шиман, Е.Б. Устименко, Л.И. Подкаменная // Вестник КГПУ имени Михаила Остроградского. – 2008. - №1. – С. 94-96.
2. Опыт применения неэлектрической системы инициирования марки «ПРИМА-ЕРА» для взрывания скважинных зарядов взрывчатых веществ на нерудных и рудных карьерах / Л.Н. Шиман, Е.Б. Устименко, Л.И. Подкаменная, И.П. Терещенко // Вестник КГПУ имени Михаила Остроградского. – 2007. - №5. – С. 87-90.

Стаття надійшла 12.11.2008 р.
Рекомендовано до друку д.т.н., проф.
Воробйовим В.В.