

УДК 662.24

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСТРОТИЛОВЫХ ЭМУЛЬСИОННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ МАРКИ «ЕРА» НА ВЗРЫВНЫХ РАБОТАХ ПРИ ЗАРЯЖАНИИ СКВАЖИН МЕХАНИЗИРОВАННЫМ СПОСОБОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СМЕСИТЕЛЬНО-ЗАРЯДНЫХ МАШИН**

*Шиман Л.Н, к. т. н., Устименко Е.Б., к. т. н., Подкаменная Л.И., Кириченко А.Л.  
ГП «Научно-производственное объединение «Павлоградский химический завод»*

*Украина, г.Павлоград, ул. Заводская, 44*

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

*Касперский Й.Г., доктор*

*Компания WestSpreng GmbH, Германия*

Показано розроблені та впроваджені технології виготовлення емульсійних вибухових речовин І класу застосування із використанням сумішно-зарядних машин типу SMS і UMS.

**Ключові слова:** емульсійні вибухові речовини, сумішно-зарядні машини типу SMS і UMS

In given article is shown, what designed and introduced technologies of fabrication fluid propellents I class of using with use mixing - charging machines of type SMS and UMS.

**Key words:** fluid propellents, mixing - charging machines of type SMS and UMS

**Введение.** Современные тенденции ведения взрывных работ на горнодобывающих предприятиях, как за рубежом, так и в Украине, связаны с постепенным вытеснением из промышленного применения и заменой тротилсодержащих взрывчатых веществ (ВВ) на бестротиловые. Эти тенденции обусловлены необходимостью выполнения требований по технической и экологической безопасности как при производстве промышленных ВВ, так и при их применении.

**Цель работы.** Провести сравнительный анализ существующих бестротиловых эмульсионных взрывчатых веществ.

**Материал и результаты исследований.** В рамках выполнения работ по освоению выпуска бестротиловых взрывчатых веществ промышленного назначения на ГП «НПО «ПХЗ» разработаны наливные эмульсионные ВВ (ЭВВ) марки «ЕРА» І класса применения для зарядки скважин любой степени отводненности на дневной поверхности с использованием смесительно-зарядных машин (СЗМ).

ЭВВ марки «ЕРА» представляют собой гетерогенную систему, состоящую из эмульсионной матрицы, наполненной аммиачной селитрой и, при необходимости, энергетическими и технологическими добавками. Эмульсионная матрица является основой ЭВВ марки «ЕРА» и представляет собой классическую обратную эмульсию, полученную путем диспергирования до размеров дисперсной фазы не более 10 мкм, растворов аммиачной селитры или аммиачной и кальциевой (натриевой) селитры в горючей фазе. Горючая фаза представляет собой смесь углеводородов типа индустриального масла и эмульгатора на основе модифицированного полиме-

ра (PIBSA) и/или гидроксилсодержащего углеводорода (SMO).

ЭВВ марки «ЕРА» могут изготавливаться как непосредственно из исходных компонентов, которыми могут быть растворы селитры, горючая фаза, так и с использованием готовых эмульсионных матриц, приготовляемых на стационарном оборудовании в условиях предприятия или с использованием диспергирующего оборудования, установленного на самих СЗМ.

По своим эксплуатационным и экологическим характеристикам, а также по характеристикам безопасности ЭВВ І класса применения марки «ЕРА» выгодно отличаются от традиционных тротилсодержащих ВВ (табл. 1).

Структура эмульсионной матрицы «ЕРА» позволяет формировать не только сбалансированные по кислородному балансу ЭВВ, но и смеси ЭВВ с гранулированными ВВ типа ANFO и получать так называемые тяжелые ANFO. При этом соотношение эмульсии и гранулированного ВВ в смеси может составлять от 90:10 до 25:75, что обеспечивает её дозированное механизированное зарядание в скважины из СЗМ.

Структура эмульсий ЭВВ марки «ЕРА» позволяет изготавливать взрывчатые смеси с широким интервалом энергетических характеристик от 3600 до 4500 кДж/кг при плотности от 0,8 до 1,25 г/см<sup>3</sup> в зависимости конкретных условий применения.

Особенности водосодержащих ЭВВ создавать относительно безопасную флегматизирующую среду предопределило возможность использования их также и в качестве основы для утилизации конверсионных взрывчатых материалов (ВМ), извлекае-

мых из боеприпасов и ракет. Таким образом, энергетический потенциал твердых ракетных топлив (ТРТ) и военных взрывчатых веществ, извлеченных из боеприпасов, может быть с успехом использован в промышленных ЭВВ.

В результате проведенных на предприятии исследований и опытных работ разработаны как классические ЭВВ марки «ЕРА-А», «ЕРА-АМ», «ЕРА-АЛ», так и ЭВВ с использованием продуктов переработки ТРТ под маркой ЭВВ «ЕРА-І» и «ЕРА – ІІ», а также с использованием продуктов переработки высокобризантных ВВ, извлеченных из боеприпасов. Полученные ЭВВ с продуктами переработки ТРТ и продуктами переработки гексогеновых ВМ могут использоваться при механизированном зарядании в скважины с использованием СЗМ.

При этом показатели по безопасности при их изготовлении и применении являются не хуже таких же показателей, как для ЭВВ марки «ЕРА» без ТРТ и гексогена и лучше по сравнению с традиционными тротил содержащим ВВ.

Очевидно, в эмульсионной среде добавка продуктов переработки ТРТ и гексогена в количестве до 10% выполняет функцию только энергетической добавки без ухудшения эксплуатационных характеристик и характеристик по безопасности, а также параметров образования токсичных продуктов детонации, количество которых практически остается неизменным (табл. 1).

Отличительной особенностью ЭВВ марки «ЕРА» по сравнению с традиционными тротилсодержащими ВВ являются:

- отсутствие вредных выбросов при взрывных работах;

- низкая чувствительность к механическим воздействиям ;
- отсутствие накопления зарядов статического электричества;
- высокая водоустойчивость;
- низкая токсичность продуктов взрыва и др.

(табл. 2).

Для осуществления работ с наливными ЭВВ «ЕРА» специалистами ГП «НПО «ПХЗ» совместно со специалистами фирмы «WESTSPRENG» разработаны смесительно-зарядные машины системы SMS, UMS, прошедшие сертификацию в институте БАМ (Германия) и имеющие характеристики, представленные в табл. 3.

Смесительно-зарядная машина системы SMS (рис.1) предназначена для транспортирования невзрывоопасных компонентов к местам проведения взрывных работ, изготовления эмульсии, эмульсионных взрывчатых веществ общей массой до 12 т, а также их механизированного зарядания в скважины в условиях открытых горных разработок.

Смесительно-зарядная машина системы UMS (рис.1) предназначена для транспортирования невзрывоопасных компонентов к местам проведения взрывных работ, изготовления эмульсионных, гранулированных взрывчатых веществ и их смесей общей массой до 22 т, а также их механизированного зарядания в скважины в условиях открытых горных разработок. С использованием смесительно-зарядной машины системы UMS возможно изготовление смесей эмульсионных и гранулированных ВВ в соотношении от 90:10 до 25:75, так называемых

**Таблица 1 – Характеристики эмульсионных ВВ «ЕРА» І кл. применения**

Наименование показателя	ЕВР «ЕРА» ТУ У 24.6-14310112-026 ... -027 (031)				Граммониты	
	ЕРА-А	ЕРА-АМ	ЕРА-АІ	ЕРА-І, (ІІ)	50/50	79/21
1.Теплота взрыва, кДж/кг	3575	3595	4520	4500	3700	4025
2.Плотность ВР, г/см3	0,9-1,1	1,05-1,15	1,0-1,1	0,9-1,1	0,85-0,9	0,90
3.Скорость детонации, км/с	5,5	4,35	4,7	4,6	<4,2	3,0
4.Критический диаметр детонации, мм	75	65	70	70	>45	>90
5.Водостойкость ВВ в воде, сутки	5-7 хорошая	5-7 хорошая	5-7 хорошая	5-7 хорошая	3-5 хорошая	<1,0 плохая
6.Расход ВВ, кг/м3 г.м.	0,8-1,0	0,95-1,04	0,9-1,0	0,8-1,0	0,9-1,0	0,9-1,0
7.Количество токсичных веществ в продуктах взрыва л/кг ВВ	19,6	21,10	6,96	5,2	362,0	42,0
8.Токсичность ВВ, (класс)	3	3	3	3	2	2

тяжёлых ANFO, и обеспечивать при этом их механизированное зарядание в скважины.

СЗМ системы UMS оснащена бункером для размещения продуктов переработки ТРТ или бризантных ВМ, а также специальной системой дозирования и смешивания их с эмульсионной основой ЭВВ.

На основании выданных разрешений Госпромгорнадзора Украины проводятся промышленные испытания смесительно-

зарядных машин SMS К-8/7, UMS-11 при изготовлении эмульсионных взрывчатых веществ марки «ЕРА».

**Таблица 2 – Отличительные особенности ЭВВ «ЕРА»**

Наименование	Показатели
1. Формирование ЭВВ, класс 1.5	- в скважине через 10÷20 минут
2. Влияние на окружающую среду	- выбросы продуктов детонации не превышает требований к фоновым показателям
3. Чувствительность к механическим воздействиям: - к удару (тест ООН 3а) - к трению (тест ООН 3в)	>50Дж >360Н
4. Чувствительность к электростатическому разряду	>2,0Дж
5. Токсичность полуфабрикатов и ЭВВ, (класс)	3
6. Чувствительность полуфабрикатов и эмульсионной матрицы	Соответствует классу 5.1 и не взрывается в Ø300 от шашки ТГ-800
7. Термоустойчивость полуфабрикатов и эмульсионной матрицы	Не взрывается при воздействии открытого огня (тест 8 ООН)

**Таблица 3 – Характеристики СЗМ типа «SMS» и «UMS»**

	Тип СЗМ	
	«SMS К 8/7»	«UMS -11»
Модель шасси	MAN (6×4)	SCANIA (8×4)
Система управления	автоматич./ручная	автоматич./ручная
Изготавливаемые ВВ	ЭВВ	ЭВВ, ANFO, (ЭВВ+ANFO)
Количество смешиваемых ингредиентов	до 7	до 7
Грузоподъёмность (по ВВ), т	12,0	22,0
Производительность при зарядании скважин, кг/мин	70-100	100-150
Длина зарядного шланга и глубина зарядания скважин, м/м	60/30	60/30

Для проведения промышленных испытаний эмульсионных взрывчатых веществ марки «ЕРА» выстроена технологическая цепочка изготовления полуфабрикатов, зарядка и подготовка смесительно-зарядных машин, обеспечивающая проведение взрывных работ на расстояниях свыше 700 км.

Весь цикл проведения взрывных работ с использованием смесительно-зарядных машин включает в себя несколько технологических процессов на предприятии и на местах ведения взрывных работ.

Изготовление и загрузка смесительно-зарядных машин производится на участке приготовления невзрывчатых полуфабрикатов эмульсионных взрывчатых веществ, расположенном на территории ГП «НПО «ПХЗ». Каждый компонент загружается в специально предназначенный для него бункер СЗМ

для транспортирования к местам проведения работ. Перед выездом СЗМ на карьер проводится калибровка ее оборудования под необходимые рецептурные соотношения компонентов в ЭВВ, которые вводятся в АСУТП СЗМ. Затем изготавливаются образцы ЭВВ для подтверждения введенных параметров систем СЗМ и проверки ЭВВ на полноту детонации.

Изготовление эмульсионной композиции (смеси эмульсионной матрицы и селитры) производится с использованием технологического оборудования СЗМ непосредственно на местах проведения взрывных работ с образованием взрывчатого эмульсионного вещества после зарядания непосредственно в скважинах.

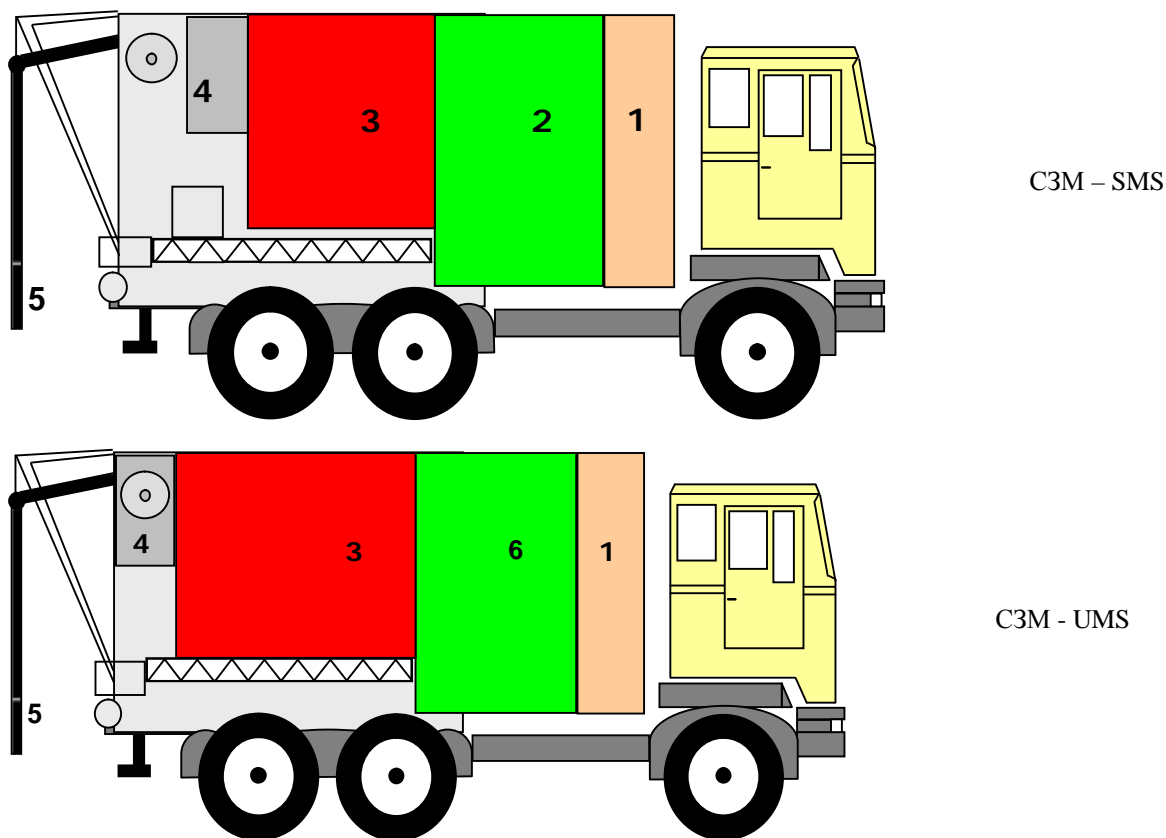


Рисунок 1 – Универсальная СЗМ типа SMS К-8/7 и типа UMS - 11

1. Емкость для горючей фазы.
2. Емкость для раствора окислителя.
3. Емкость для гранулированной аммиачной селитры.
4. Емкость для алюминия /полимерной матрицы/ продуктов переработки ТРТ и ВВ из БП.
5. Зарядный шланг.
6. Емкость для эмульсии или раствора окислителя.

При этом обеспечивается производительность СЗМ от 70 до 150 кг/мин по эмульсионному ВВ.

Учет компонентов и эмульсионных взрывчатых веществ обеспечивается системой автоматической регистрации массы.

Заряжание вертикальных скважин любой степени обводненности эмульсионной матрицей производится со дна скважины.

Подача зарядного рукава обеспечивается через подвесной блок за счет привода лебедки шлангоизв-

лекателя. По мере заполнения скважины эмульсионной матрицей одновременно происходит извлечение рукава из скважины. Для заряжания горизонтальных скважин предусмотрена стыковка зарядного рукава к дополнительному быстроразъемному соединению.

Образование эмульсионных взрывчатых веществ, а именно, сенсбилизация эмульсионной матрицы, происходит непосредственно в скважине.

Таблица 4 – Промышленные испытания ЭВВ марки «ЕРА»

Предварительные испытания (требование ЕПБВР не <10г)		Приемочные испытания (требование ЕПБВР 50±100г)	
Количество ЭВВ, тонн		Количество ЭВР, тонн	
«ЕРА» (А, АМ, АL)	«ЕРА» (I, II)	«ЕРА» (А, АМ, АL)	«ЕРА» (I, II)
198,09	398,54	218,75	Стадия оформления разрешения

Время сенсibilизации определяется количеством газогенерирующей добавки и ускорителя реакции, добавленных в эмульсионную матрицу, и составляет не менее 10 минут.

Для зарядания влажных и слабообводненных скважин при помощи СЗМ системы UMS возможно изготовление смеси эмульсионной матрицы и гранулированного ВВ типа Гранулита-М до содержания эмульсионной фазы не менее 25%. Это позволяет рационально использовать взрывчатое вещество и оптимизировать затраты на проведение взрывных работ.

Для зарядания сухих скважин технологической схемой смесительно-зарядной машины системы UMS предусматривается изготовление и зарядание гранулированных взрывчатых веществ типа Гранулита-М с использованием пористой аммиачной селитры.

При изготовлении Гранулита-М аммиачная селитра при помощи шнека подается в камеру секционного лопастного питателя, откуда поступает в смеситель, где производится впрыск и смешивание её с индустриальным маслом.

По завершению технологического процесса предусмотрена промывка водой и продувка сжатым воздухом технологических линий и зарядных рукавов.

**Выводы.** Результаты, полученные на этапе проведения промышленных испытаний, показали, что энергия взрыва эмульсионных взрывчатых веществ марки «ЕРА», изготовленных с использованием СЗМ типа SMS, UMS, позволяет эффективно разрушать весьма крепкие породы, крепостью более 18 по шкале Протоджяконова, и при зарядании скважин с высокой степенью обводненности, до 100%.

Универсальность смесительно-зарядных машин системы SMS и UMS заключается в возможности изготовления непосредственно на местах проведения взрывных работ одновременно нескольких видов взрывчатых веществ. Это позволяет формировать колонки зарядов различными видами ВВ, обладающими различными взрывчатыми и физико-химическими характеристиками. Тем самым появляется возможность оптимизировать энергонасыщенность скважин для получения максимальной эффективности при взрывных работах.

По предварительно полученным оценкам, в результате внедрения технологий комбинированного зарядания скважин различными видами ВВ и проведения взрывных работ с использованием смесительно-зарядных машин системы SMS и UMS себестоимость взрывных работ снижается на 10÷15 % по сравнению с традиционной ручной зарядкой скважин без применения средств механизации.

Статья поступила 1.10.2007  
Рекомендовано к печати д.т.н., проф.  
Комиром В.М.