

УДК 622.24

**Л.Н. Шиман, Е.Б. Устименко, В.В. Соболев**

**НАЛИВНЫЕ ЭМУЛЬСИОННЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА.  
ЭВВ “ЕРА” – ПРОДУКЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «НПО  
“ПАВЛОГРАДСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД”»**

Наведено основні характеристики наливних емульсійних вибухових речовин “ЕРА”, які за ступенем небезпеки відносяться до I та II класу за умовами застосування.

Приведены основные характеристики наливных эмульсионных взрывчатых веществ “ЕРА”, которые по степени опасности относятся к I и II классу по условиям применения.

Basic characteristics of the pouring emulsion explosives “ЕРА”, which belong to I and II class of danger rate on application conditions, are given.

Эмульсионные ВВ имеют широкий интервал энергетических параметров 3350-5000 кДж/кг и значений плотности 800-1250 кг/м<sup>3</sup> в соответствии с конкретными физико-техническими условиями применения. Водосодержащая флегматизирующая структура ЭВВ позволяет использовать эмульсионную основу для разработки смесей с различными энергетическими добавками, в частности, с компонентами и веществами, получаемыми при гидромеханическом извлечении и переработке ТРТ из ракетных двигателей [1, 2], а также взрывчатыми веществами, извлеченными из боеприпасов [3]. Общим недостатком таких ЭВВ, как поремиты, украиниты, пауэргель (анемикс) и другие является высокое значение массовой доли воды (более 15%), что снижает энергетические параметры ЭВВ.

**Цель исследований** – разработка эмульсионных ВВ с содержанием массовой доли воды не более 12% и продуктов переработки твердого ракетного топлива для механизированного заряжания скважин.

На основании результатов экспериментальных и теоретических исследований [1, 2, 4] Павлоградским химическим заводом разработаны и выпускаются наливные ЭВВ марки “ЕРА” различные по рецептуре, условиям применения и назначению. ЭВВ марки “ЕРА” предназначены для ведения взрывных работ на дневной поверхности и в подземных условиях шахт и рудников не опасных по газу и пыли. ЭВВ марки “ЕРА” представляют гетерогенную систему, состоящую из эмульсионной матрицы, наполненной аммиачной селитрой и при необходимости энергетическими и технологическими добавками. Эмульсионная матрица является основой ЭВВ марки “ЕРА” и классической обратной эмульсией, полученной путем диспергирования растворов аммиачной селитры или аммиачной селитры в смеси с кальциевой (натриевой) селитрой в горючей фазе. Горючая фаза представляет собой смесь углеводорода и эмульгатора. Состав эмульсии представлен в табл. 1.

Таблица 1

Эмульсия для наливных ЭВВ

Наименование компонентов и основных показателей	Содержание компонентов (%) и характеристики основных показателей					
	1	2	3	4	5	6
Окислительная фаза, в том числе:	92	92	92	92	92	92
- аммиачная селитра	40	45	45	45	47	47
- вода	17	17	14	12	12	10
Горючая фаза	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Кислородный баланс, %	-1,69	-3,13	-1,66	-0,69	-1,26	-0,29
Теплота взрыва, кДж/кг	3151	3010	3320	3526	3467	3678

ЭВВ марки “ЕРА” изготовлены (рис. 1) в виде наливных систем для заряжания скважин из смесительно-зарядных машин (СЗМ), а также для патронированного заряжания шпуров и скважин. Структура эмульсионной матрицы “ЕРА” позволяет формировать также смеси с гранулированными ВВ типа ANFO и получать “тяжелые” ANFO. Соотношение эмульсии и гранулированного ВВ может составлять от 100/0 до 25/75.



Рис. 1. Схема изготовления ЭВВ марки “ЕРА”

В классификации промышленных ВВ по условиям применения наливные эмульсионные ВВ “ЕРА” (“ЕРА-А”, “ЕРА-АГ”, “ЕРА-АМ”, “ЕРА-Г”, “ЕРА-ІМ”, “ЕРА-ІІ”) относятся к ВВ I класса (табл. 2). Они применяются для зарядки скважин на дневной поверхности с использованием СЗМ, типа SMS и UMS (рис. 2), изготовленных фирмой “WESTSPRENG” при участии специалистов ГП «НПО “ПХЗ”».



Рис. 2. Смесительно-зарядная машина UMS

Такие ВВ могут изготавливаться как непосредственно из исходных компонентов, которыми могут быть растворы селитры, горючая фаза, так и с использованием готовых эмульсионных матриц. По своим эксплуатационным и экологическим характеристикам, а также по параметрам безопасности ЭВВ I класса превосходят ВВ, содержащие тротил. Наливные ЭВВ “ЕРА” изготавливаются на местах применения в СЗМ при температуре

## Надбання наукових шкіл

окружающего воздуха от +50° С до –40° С с последующим заряданием полученной смеси в скважины любой степени обводненности. Через 20-30 минут эмульсионная смесь в скважине приобретает взрывчатые свойства.

Взрывчатые вещества II класса применения – “ЕРА-Р” (табл. 2) предназначены для использования в шахтах и рудниках не опасных по газу и пыли. Зарядание шпуров и скважин может осуществляться не только патронами (диаметром от 25 до 90 мм), но и с помощью СЗМ типа РР-Т, разработки компании “WESTSPRENG”. Эмульсионные ВВ “ЕРА-Р” взрывают с помощью КД или ДШ.

По своим эксплуатационным характеристикам и безопасности патронированные ЭВВ марки “ЕРА” выгодно отличаются от аммонита №6 ЖВ. Так, для ЭВВ марки “ЕРА-Р” характерны следующие параметры: безопасность в обращении, отсутствие пыления и накопления статического электричества, низкая чувствительность к механическим воздействиям, низкое содержание ядовитых газов в продуктах взрыва, отсутствие канцерогенных компонентов, таких как тротил и нитроэфиры, возможность управления взрывчатыми и физико-химическими характеристиками в процессе подготовки смеси компонентов к заряданию в скважины.

Таблица 2

Основные характеристики наливных ЭВВ “ЕРА” производства ГП  
«НПО “Павлоградский химический завод”»

Наименование показателя	Анемикс (для сравнения)	Украинит (для сравнения)	Норма для эмульсионных ВВ “ЕРА”						
			ЕРА-А	ЕРА-А1	ЕРА-АМ	ЕРА-І	ЕРА-ІМ	ЕРА-ІІ	ЕРА-Р
Скорость детонации, м/с	4700-5200	4350	4400-5500			4800-5500			4800-5200
Теплота взрыва, кДж/кг	3100-3250	3100	3500-5500			4200-4500			3500-4200
Плотность ВВ, кг/м <sup>3</sup>	1200-1400	1250-1330	900-1200			900-1200			1050-1150
Массовая доля воды, %	15-17	15-17	10-12	8-10		10-13			8-10
Объем газов взрыва, л/кг ЭВВ	1009	721-750	870-910			810-880			890-940
Объем токсичных газов, л/кг ЭВВ	66	21,4	7-21			11-21			8-20
Объем токсичных газов, л/м <sup>3</sup> горн. массы	75,2	24,8	6,6-21			9,5-19			7-19
Кислородный баланс, %	от –1,5 до +1,5	от –2,0 до +0,5	от –1,5 до –0,5			от –1,5 до –0,5			от –1,0 до –0,5
Критический диаметр детонации, мм:									
– открытого заряда	76-86	90-100	> 70			> 75			22
– в стальной оболочке (при t = 0°С-25°С)	–	–	35-45			35-45			–
Удельный расход, кг/ м <sup>3</sup>	1,1-1,2	1,13-1,2	0,8-1,0			0,95-1,04			0,8-1,0
Водостойкость в воде, сут	1-3	1-3	5-7			5-7			> 10
Класс опасности вещества по токсичности	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Класс по применению	I	I	I	I	I	I	I	I	II
Подкласс по степени опасности	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,1
Группа совместимости	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д
Серийный номер ООН	0332	0332	0332	0332	0332	0332	0332	0332	0248
Температурный интервал эксплуатации СЗМ, °С	от –10 до +40	от –10 до +40	от –40 до +50	от –40 до +50	от –40 до +50	от –40 до +50	от –40 до +50	от –40 до +50	–

Эмульсионные взрывчатые вещества, содержащие продукты переработки ТРТ либо ВМ на основе гексогена, используются как в патронированном виде, так и при механизированном зарядании в скважины с использованием СЗМ. Параметры безопасности при изготовлении и применении ЭВВ “ЕРА” не ухудшаются в сравнении с такими же показателями ЭВВ “ЕРА”, которые не содержат ТРТ и гексоген, и лучше по сравнению с традиционными ВВ, содержащими тротил. В эмульсионной среде добавка продуктов переработки ТРТ или гексогена в количестве до 10% выполняет функцию только энергетической добавки, которая не ухудшает эксплуатационные характеристики ЭВВ и параметры образования токсичных продуктов в газах взрыва. Экспериментально установлено, что количество образующихся

вредных газов остается практически неизменным.

С использованием эмульсионной основы разработаны ЭВВ с добавками измельченных пироксилиновых порохов в количестве 8-10%. Для таких ВВ показатели по безопасности при их изготовлении и применении являются не хуже аналогичных показателей ЭВВ “ЕРА”, которые не содержат порох. Разработанные Научно-исследовательским институтом высокоэнергетических материалов ГП «НПО “ПХЗ”» наливные эмульсионные взрывчатые вещества марки “ЕРА” соответствуют требованиям нормативно-правовых актов по охране труда и обеспечивают безопасное ведение технологического процесса изготовления взрывчатых веществ с использованием смесительно-зарядных машин [5].

Испытания эмульсионных ВВ “ЕРА” проводились одновременно на двенадцати нерудных карьерах Полтавской, Кировоградской, Запорожской, Николаевской, Винницкой, Ровенской и других областей. Для проведения производственных испытаний эмульсионных взрывчатых веществ марки “ЕРА” была создана технологическая цепочка изготовления полуфабрикатов, зарядка и подготовка смесительно-зарядных машин, обеспечивающая проведение взрывных работ на расстояниях свыше 500 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 производилась на участке приготовления невзрывчатых полуфабрикатов эмульсионных взрывчатых веществ, таких как горючая и окислительная фазы, расположенном на территории государственного предприятия «НПО “ПХЗ”». Каждый компонент загружался в специально предназначенный для него бункер СЗМ и транспортировался к местам проведения взрывных работ.



*Рис. 3. Газопылевое облако, образовавшееся в результате взрыва ЭВВ марки “ЕРА”*

По степени воздействия на организм человека эмульсионные взрывчатые вещества “ЕРА” относятся к веществам III класса опасности.

Энергетический потенциал твердого ракетного топлива и продуктов его переработки, извлеченных из двигателей ракет, использован при разработке рецептур и производстве промышленных ЭВВ. Характеристики, полученные при испытаниях различных типов ЭВВ марки “ЕРА” на карьерах и рудниках Украины, подтверждают высокую их работоспособность и эффективность при производстве взрывных работ.

**Выводы.** Энергия взрыва эмульсионных взрывчатых веществ “ЕРА” позволяет эффективно разрушать породы крепостью более 18 по шкале проф. М.М. Протодьяконова; среднее значение выхода негабарита при взрывной отбойке горной массы не превышает 1%, при этом кондиция взорванной массы увеличивается на 20-25%.

Эмульсионные ВВ “ЕРА” проявляют в равной мере стабильность служебных характеристик как при взрывании в сухих, так и в обводненных (до 100%) скважинах. Продукты взрыва ЭВВ “ЕРА” имеют цвет от серого до светло-серого (рис. 3), что свидетельствует о преимущественной концентрации паров воды.

Энергетические добавки в количестве не более 10% практически не ухудшают эксплуатационные характеристики ЭВВ и параметры образования токсичных продуктов в газах взрыва.

Высокая степень промышленной и экологической безопасности ЭВВ “ЕРА”, содержащих до 10% порохов, гексогена, ТРТ или продуктов его переработки, не ухудшается по сравнению с такими же показателями ЭВВ “ЕРА”, в состав которых не входят гексоген, порох и другие высокоэнергетические добавки, и лучше в сравнении с ВВ, содержащими тротил.

Положительные технические результаты промышленных испытаний ЭВВ “ЕРА” и экономическая эффективность стали основанием для получения разрешения на постоянное применение таких ЭВВ в различных горно-геологических условиях карьеров, рудников и шахт.

### Список литературы

1. Шиман Л.Н., Устименко Е.Б., Соболев В.В. Наливные эмульсионные взрывчатые вещества. 1. Специальные добавки высокоэнергетических компонентов в рецептуру ЭВВ // Науковий вісник НГУ. – 2008. – № 9. – С. 51-55.
2. Шиман Л.Н., Соболев В.В. Наливные эмульсионные взрывчатые вещества. 2. Добавки в рецептуру ЭВВ продуктов глубокой переработки твердого ракетного топлива // Науковий вісник НГУ. – 2008. – № 10. – С. 43-45.
3. Шиман Л.Н., Устименко Е.Б., Дудко В.С. Процесс утилизации боеприпасов как составная часть производства промышленных ВВ // Комплексная утилизация обычных видов боеприпасов: Междунар. конф., 26-28 ноября 1998. – Красноармейск: КНИИМ, 1998. – С. 38-40.
4. Шиман Л.Н., Соболев В.В. Наливные эмульсионные взрывчатые вещества. 3. Добавки в рецептуру ЭВВ твердого ракетного топлива и полимерных матриц наполнителя 1-3 ступеней ракет // Науковий вісник НГУ. – 2008. – № 11. – С. 40-44.
5. Шиман Л.Н. Новые эмульсионные взрывчатые вещества марки “ЭРА” и средства их изготовления на местах проведения взрывных работ // Scientific Journal of the Technical University of Varna: Special number. – 2008. – V.1. – P. 610-614.