

Н.К.ШАЛЫГИН, В.П.ГЛИНСКИЙ, Б.В.МАЦЕЕВИЧ, П.П.МАРКОВ
Красноармейский НИИ механизации, Россия

СМЕСИТЕЛЬНО-ЗАРЯДНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ЭМУЛЬСИОННЫХ ВВ

Одним из достижений в области разработки промышленных ВВ для открытых горных работ является создание эмульсионных ВВ на основе обратных эмульсий высококонцентрированных растворов окислителей (аммиачной, натриевой или кальциевой селитры) и нефтепродуктов (мазута, индустриального масла, дизельного топлива) в присутствии эмульгатора. Эмульсионные ВВ – эффективные заменители штатных промышленных ВВ благодаря доступности сырья (аммиачная селитра и нефтепродукты), безопасности и экологической чистоте при изготовлении и применении, высокой водоустойчивости и эффективности взрывания, меньшей себестоимости.

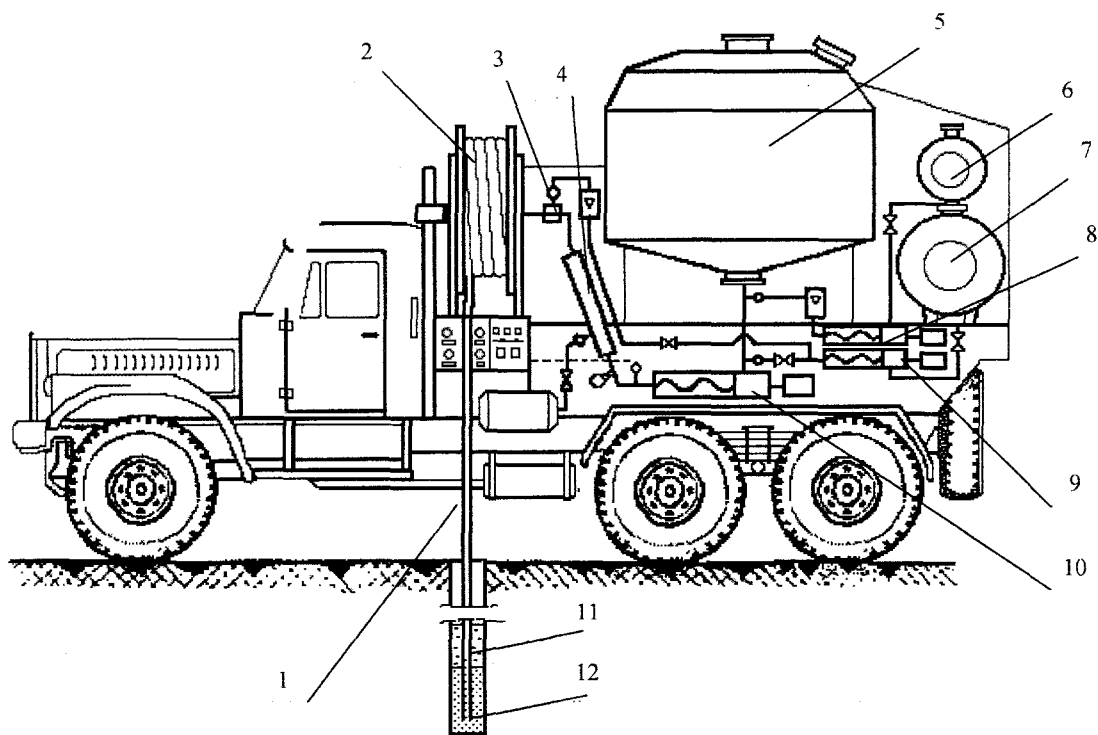
В середине 80-х гг. перед головными институтами в области разработки и применения промышленных ВВ – ГосНИИ «Кристалл» и Красноармейским НИИ механизации – была поставлена задача в кратчайшие сроки создать рецептуры эмульсионных ВВ, технологию и оборудование для их изготовления и смесительно-зарядные машины (СЗМ) для заряжания обводненных скважин по технологии «под столб воды».

В 1986 г. ГосНИИ «Кристалл» был предложен ряд рецептур эмульсионных ВВ под названием порэмиты, было создано опытное производство порэмитов на базе «КМАЗвзрывпром» и Лебединского ГОКа, где изготавливались опытные партии порэмитов для промышленных испытаний.

Красноармейский НИИ механизации к этому времени создал опытно-экспериментальную смесительно-зарядную машину для приготовления порэмита из эмульсионной матрицы и сенсibilизатора – газогенерирующей добавки (ГГД) и заряжания скважин «под столб воды» под названием порэмит-IV.

Для обеспечения производств эмульсионных ВВ смесительно-зарядными машинами Красноармейским НИИ механизации в 1990 г. была разработана смесительно-зарядная машина СЗМ-8. Серийный выпуск был организован на Абаканском комбинате «Сибирь». За 1990-1994 гг. изготовлено 20 машин, которые эксплуатируются на разных горных предприятиях.

В настоящее время Красноармейским НИИ механизации разработан усовершенствованный вариант машины – СЗМ-10 (см. рисунок). Она предназначена для транспортирования исходных компонентов порэмита (эмульсии и раствора газогенерирующей добавки) на место проведения взрывных работ, их смешения и заряжания скважин любой степени обводненности «под столб воды» на открытых горных работах и в гидротехническом строительстве в районах с умеренным климатом. СЗМ-10 содержит следующие основные узлы:



Структурная схема СЗМ-10

1 – зарядный рукав; 2 – шлангоизвлекатель; 3 – устройство для ввода воды на «смазку»; 4 – статический смеситель; 5 – емкость для эмульсии; 6 – емкость для ГГД; 7 – емкость для горячей воды; 8 – насос-дозатор ГГД; 9 – насос-дозатор воды; 10 – насос-дозатор эмульсии; 11 – вода, вытесняемая из скважины; 12 – порэмит в скважине

- емкости для эмульсии, газогенерирующей добавки, горячей воды;
- оборудование для дозирования и смешения эмульсии с ГГД и подачи ВВ в скважину «под столб воды»;
- систему контроля и управления процессом дозирования и заряжания скважин.

На пункте подготовки компонентов и изготовления эмульсии в емкости СЗМ-10 загружают эмульсию, раствор ГГД, горячую воду. Температура загружаемых компонентов 80 °С. Емкости теплоизолированы.

На заряжаемом блоке включаются дозирующие насосы эмульсии и раствора ГГД, происходит их перемешивание в статическом смесителе и подача в скважину через барабан шлангоизвлекателя и зарядный рукав, опущенный в скважину. Сенсибилизация эмульсии начинается при смешении ее с раствором ГГД в статическом смесителе и заканчивается в заряжаемой скважине в течение 20-30 мин. Сплошность заряда в скважине обеспечивается постоянным заглублением конца зарядного рукава в слой порэмита за счет синхронизации скоростей подачи порэмита и подъема зарядного рукава шлангоизвлекателя, при этом вода вытесняется поднимающимся слоем порэмита. Дозирование порэмита в скважину осуществляется по числу оборотов винтового насоса эмульсии с точностью 4 %. Для уменьшения сопротивления движению порэмита в зарядном рукаве на выходе из статического смесителя по кольцевому вводу в тракт прохода эмульсии подается вода. После подачи в скважину заряда порэмита заданной массы, определяемой проектом взрывных работ, дозирующие устройства отключаются, зарядный рукав извлекается из скважины и СЗМ переезжает к следующей скважине. При взрывании крепких пород в емкость для эмульсии может загружаться эмульсия с высокоэнергетическими добавками. Насосы-дозаторы для перекачивания эмульсии, раствора ГГД и воды – одновинтовые с резинометаллическими обоймами.

Приводы исполнительных механизмов СЗМ гидравлические, привод насоса гидростанции – от коробки отбора мощности автомобиля.

Техническая характеристика СЗМ-10 следующая:

Масса перевозимого ВВ, т	10
Производительность заряжания, кг/мин	300
Диаметр (внутренний) зарядного рукава, мм	50
Длина зарядного рукава, м	30
Ресурс работы, тыс.ч	≥ 12
База	Шасси автомобиля КраЗ-6510
Обслуживающий персонал	2 человека

В настоящее время в АО «Апатит» эксплуатируются две машины СЗМ-10.

В промышленных испытаниях порэмита на взрывных работах в АО «Лебединский ГОК» и в процессе применения порэмитов в промышленных масштабах на АО «Ураласбест», АО «Апатит» и на угольных разрезах концерна «Кривбассразрезуголь» установлено, что порэмит эффективен при взрывах только в трещиноватых породах I и II категории с коэффициентом крепости $f \leq 12$ по шкале Протодяконова. В более трудновзрываемых породах, несмотря на увеличение на 20-30 % расчетного удельного расхода ВВ, применение порэмита нецелесообразно. Добавка мелкодисперсного алюминия в порэмит (порэмит М-4А и 8А) усложняет технологию изготовления эмульсионных ВВ и резко увеличивает его стоимость.

Дальнейшее развитие и совершенствование эмульсионных ВВ как за рубежом, так и в России привело к созданию смесевых эмульсионных составов, содержащих 30-70 % гранулированного АС-ДТ – «гранэмитов» (зарубежные аналоги – эмуланы, тяжелый АНФО, Пауэр АН, Товен экстра). По энергетическим характеристикам гранэмиты не уступают штатному ВВ – гранулотолу (табл.1).

Таблица 1

Основные энергетические характеристики гранэмитов в сравнении с порэмитом и гранулотолом

Показатель	Гранэмиты			Порэмиты	Гранулотол
	30/70	50/50	70/30		
Концентрация энергии, ккал/дм ³	1080	1170	1130	800-900	980
Плотность заряжания, кг/м ³	1350	1400	1300	1250	1000
Скорость детонации, км/с	4,2-5,2	4,0-5,2	3,5-5,0	4,4-5,2	5,0-5,2
Область применения	Сильно обводненные скважины	Слабо обводненные и осушенные скважины		Сильно обводненные скважины	

Как видно из приведенных данных, гранэмиты при плотностях заряжания 1300-1400 кг/м³ даже несколько превосходят гранулотол и могут эффективно использоваться при разрушении взрывом крепких горных пород.

Красноармейским НИИ механизации разработаны смесительно-зарядные машины СЗМ-10Г и СЗМ-10ГВ, предназначенные для приготовления гранэмитов и заряжания ими скважин.

Смесительно-зарядная машина СЗМ-10Г осуществляет транспортирование исходных компонентов (эмульсии, гранулированных простейших ВВ типа АС-ДТ или их компонентов) на место ведения взрывных работ, их дозирование, смешение и приготовление смесевых эмульсионных ВВ типа гранэмит 50/50 и заряжание скважин на открытых горных работах с устья скважины. Введение в гранэмит алюминийсодержащих добавок дополнительно повышает теплоту взрыва смеси на 40-60 %.

В СЗМ-10Г предусмотрено регулирование содержания АС-ДТ и гранэмита в пределах от 50 до 75 % по массе.

Машина СЗМ-10Г отличается от СЗМ-10 тем, что содержит дополнительную емкость для гранулированной аммиачной селитры, дозировочный, смесительный и зарядный шнеки, а шлангоизвлекатель на ней отсутствует. Технические характеристики СЗМ-10Г следующие:

Масса перевозимого груза по ВВ, т	10
Производительность заряжания, кг/мин	400
Тип насосов для подачи компонентов	Винтовой
Привод насоса гидростанции	От коробки отбора мощности
База	Шасси автомобиля КрАЗ-6510
Обслуживающий персонал	2 человека

В настоящее время машина СЗМ-10Г эксплуатируется на Кедровском разрезе.

Смесительно-зарядная машина СЗМ-10ГВ предназначена для транспортирования исходных компонентов гранэмита 30/70 на место ведения взрывных работ, их смешения и заряжания скважин любой степени обводненности «под столб воды» на открытых взрывных работах в районах с умеренным климатом.

Машина СЗМ-10ГВ отличается от СЗМ-10Г тем, что оснащена винтовым насосом подачи готового продукта в скважину и устройством подачи зарядного рукава (шлангоизвлекателем).

Применение машин СЗМ-10Г и СЗМ-10ГВ позволяет увеличить мощность существующих стационарных пунктов изготовления эмульсионных ВВ типа порэмит на местах потребления на 30-40 % без дополнительных капитальных затрат и снизить себестоимость ВВ на 30 %. Технические характеристики СЗМ-10ГВ следующие:

Масса перевозимого груза по ВВ, т	10
Производительность заряжания, кг/мин	300
Тип насосов для подачи компонентов	Винтовой
Привод насоса гидростанции	От коробки отбора мощности
База	Шасси автомобиля КрАЗ-65032
Обслуживающий персонал	2 человека

Создание новых производств эмульсионных ВВ и внедрение в практику взрывных работ смесевых эмульсионных ВВ – гранэмитов – сдерживается отсутствием необходимых капитальных затрат.

С целью обеспечения транспортной безопасности (исключения транспортирования взрывоопасных компонентов), снижения затрат на создание производств ВВ Красноармейским НИИ механизации разработана смесительно-зарядная машина СЗМ-8Э – «завод на колесах», обеспечивающая доставку исходных невзрывоопасных компонентов к месту ведения взрывных работ, приготовление из них эмульсии, изготовление эмульсионного ВВ и заряжание скважин любой степени обводненности «под столб воды».

Загрузка невзрывчатых компонентов в СЗМ-8Э (раствор окислителей, горючая смесь нефтепродукта с эмульгатором, раствор ГГД) производится на пункте приготовления компонентов. При необходимости приготовления мощных эмульсионных ВВ в горючую смесь могут быть введены порошкообразные энергетические добавки.

Машина СЗМ-8Э обеспечивает приготовление ВВ за пределами промышленной зоны непосредственно на месте ведения взрывных работ. Ее применение исключает накопление ВВ на пунктах приготовления, обеспечивает сокращение капитальных затрат на создание производства эмульсионных ВВ.

При наличии на горном предприятии пункта приготовления компонентов для горячельющихся составов типа ГЛТ без больших капитальных затрат и в короткие сроки можно организовать производство эмульсионных ВВ на базе машины СЗМ-8Э.

Основные узлы СЗМ-8Э – емкости, дозировочные насосы, шлангоизвлекатель – по конструкции аналогичны элементам машины СЗМ-10.

За рубежом смесительно-зарядные машины для эмульсионных ВВ широко применяются уже с 70-х гг. XX в. (табл.2). Из приведенных данных видно, что по основным техническим характеристикам отечественные СЗМ не уступают зарубежным аналогам.

Сравнительные характеристики СЗМ

Тип машины	Фирма, страна	Шасси	Марка ВВ	Грузоподъемность по ВВ, т	Производительность зарядания, кг/мин	Вид зарядной системы, насоса
СЗМ-10	КНИИМ, Россия	КраЗ-6510	Порэмит	10,0	300	Винтовой
СЗМ-10Г	— " —	КраЗ-6510	Гранэмит И-70	10,0	400	Шнековый
СЗМ-10ГВ	— " —	КраЗ-65032	Гранэмит И-30	10,0	300	Винтовой
СЗМ-8Э	— " —	КраЗ-65032	Порэмит	8,0	200	Винтовой
МЗВ-20	НИПИГормаш, Россия	БелАЗ	Порэмит	20,0	300	Винтовой
ЕТИ	Канада	Питербильд-357	Тован (до 45 % АНФО)	20,0	400	Винтовой спаренный
ЕТИ	Канада	БелАЗ	Тован (30-70 % АНФО)	20,0	500	Винтовой спаренный, шнековый
ERT	Испания	КраЗ	Эмулит (до 25 % АНФО)	8,0	290	Винтовой
IRECO	США	—	Иремекс (до 40 % АНФО)	18,0	400	Шнековый
IRECO («завод на колесах»)	США	—	Эмульсионное (до 25 % АНФО)	15,9	200	Винтовой
IRECO	США	—	Эмульсионное (до 25 % АНФО)	7,5	250	Винтовой
Нитро-Нобель	Швеция	КраЗ	Эмулит	8,0	250	Винтовой
MSI, RIK	США, Австралия	—	Эмульсионное	15,0	430	Шнековый
MSI, RIK	США, Австралия	—	Эмульсионное	20,0	350	Винтовой, шнековый
Кемира	Финляндия	—	Кемит-500	9,0	150	Винтовой
Нитро-Сибирь	Россия	КраЗ	Сибирит	8,0	300	Винтовой
Нитро-Сибирь	Россия	БелАЗ	Сибирит	20,0	300	Винтовой

Основное отличие зарубежных машин – применение автомобилей большей грузоподъемности (13-25 т), что позволяет размещать на шасси полный комплекс механизмов и узлов для приготовления различных видов эмульсионных составов, и использование компьютерного управления процессом.

В разработанных в России зарядных машинах применяются достаточно надежные и проверенные при эксплуатации в условиях горных предприятий электрические и гидравлические системы управления. По технической производительности и качеству работы созданные в России смесительно-зарядные машины не уступают зарубежным образцам.

Необходимая элементная база для оснащения зарядных машин компьютерной техникой в России имеется, но при этом повышается стоимость машин и снижается надежность в эксплуатации, особенно в условиях низких температур. Как показывает опыт эксплуатации СЗМ фирмы «Нитро-Нобель» в условиях Кузбасса и Урала, элементы компьютерной техники при температурах ниже -30°C работают ненадежно и часто выходят из строя.