

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭМУЛЬСИОННЫХ СОСТАВОВ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ БВР ПРИ ОТБОЙКЕ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД И КИМБЕРЛИТОВ НА КАРЬЕРЕ ТРУБКИ «ЮБИЛЕЙНАЯ» АЙХАЛЬСКОГО ГОКа

В работе представлен опыт использования эмульсионных взрывчатых веществ и оптимизации параметров буровзрывных работ при отбойке вскрышных пород и кимберлитов на карьере «Юбилейный». Применение эмульсионных взрывчатых веществ позволяет: полностью механизировать процесс заряжания скважин; обеспечить полную взрывобезопасность при приготовлении компонентов и транспортировку их в карьер; снизить загрязнение окружающей среды; существенно снизить затраты на буровзрывные работы.

In work experience of use emulsion explosives and is submitted to optimization of parameters of chisel and explosive works at breaking stripping overburden breeds and kimberlite on career «Anniversary». Application emulsion explosives allow: completely to mechanize process charging chinks; to provide full explosion safety at preparation of components and their transportation in quarry; to lower environmental contamination, it is essential to lower expenses on chisel and explosive works.

В горно-добывающей промышленности уделяется большое внимание вопросам повышения безопасности выполнения взрывных работ, связанных с применением взрывчатых веществ (ВВ), чувствительных к механическим, тепловым и химическим воздействиям. Горняки и технологи-разработчики стремятся создать максимально безопасные и в известной степени универсальные по составу ВВ без использования в них взрывчатых чувствительных и экологически вредных компонентов.

Начиная с 90-х годов прошлого века широко внедряется практика изготовления ВВ вблизи их использования, чтобы максимально сократить расстояние перевозки готовых ВВ (компонентов). Все более широкое применение получают водосодержащие суспензии и эмульсионные ВВ, а также смеси эмульсий с гранулированными ВВ или селитрой. Такие ВВ наименее чувствительны к механическим воздействиям по сравнению с ранее применявшимися, а их исходные растворы или эмульсии принято считать не взрывчатыми. Суспензионные составы приобретают свойства ВВ после

введения сенсibilизатора (на взрываеом блоке), а эмульсионные – после введения в эмульсию газогенерирующей добавки при зарядании. Принципиальная особенность эмульсии, имеющей консистенцию сметаны, – при получаемой плотности $1,3 \text{ г/см}^3$ не является взрывчатой. Свойства ВВ она приобретает после введения специальным насосом на смесительно-зарядной машине (СЗМ) около 0,2 % газогенерирующей (ГГД) добавки (нитрит натрия) в процессе подачи эмульсии при температуре не менее $60 \text{ }^\circ\text{C}$ в заряжаемую скважину. При этом в эмульсии образуются газовые пузырьки, которые через 10-20 мин превращают ее уже в скважине во взрывчатое вещество.

Из-за отсутствия технических возможностей выпуска оборудования отечественной промышленностью и их несовершенства, горные предприятия России начали приобретать зарубежные заводы и зарядные машины для эмульсионных ВВ, несмотря на то, что стоимость их выше.

Айхальский ГОК АК «Алроса» с 1985 г. разрабатывает одно из крупнейших месторождений алмазов на трубке «Юбилейная».

Объем горной массы, добываемой на карьере, составляет 50 млн т в год.

Ранее для производства взрывных работ использовались штатные ВВ: граммонит 79/21, гранулиты АС-4, АС-8 – для сухих скважин, гранулотол – для обводненных. Годовое потребление штатных ВВ превышало 12 тыс.т. Затраты на буровзрывные работы составляли 18,5 % от всех затрат карьера, в том числе доля ВВ повысилась до 11,8 %.

Выполненное институтом «Якутнипроалмаз» совместно с Айхальским ГОКом технико-экономическое обоснование на основании высокоэффективных результатов использования эмульсионных ВВ (ЭВВ) на Удачинском ГОКе (1996 г.) позволило закупить у фирмы «Дино Нобель» (США) оборудование и технологию применения ЭВВ. В середине 1999 г. оборудование и СЗМ были доставлены на комбинат. Институтом «Якутнипроалмаз» совместно с ООО «Трансвзрывпром» был разработан проект комплекса по приготовлению ЭВВ, разработан регламент технологического процесса приготовления и применения ЭВВ марок «Иремекс» и «Ирегель» применительно к условиям карьера «Юбилейный».

Стационарный пункт приготовления компонентов ЭВВ обеспечивает их приготовление и зарядку на карьере «Юбилейный» и включает: склад аммиачной селитры (АС); стационарный пункт приготовления эмульсии и компонентов – главный корпус завода; вспомогательный блок; боксы для стоянок автопогрузчиков и СЗМ; площадка для хранения эмульгаторов и тары; емкости для хранения, приготовления окислительного раствора и топливной смеси; дробилки со шнеками подачи АС.

Смесительно-зарядные машины представлены двумя типами: ТТТ и SMS на базе

автомобилей «Питербилт». СЗМ загружают эмульсией, гранулированной АС и компонентом ГГД, затем доставляют их в карьер для зарядки. Такая технология приготовления эмульсионных составов обеспечивает высокую степень безопасности на всех предыдущих операциях и позволяет обеспечить размещение стационарного пункта вблизи карьера (1 км).

Грузоподъемность машин по заряжаемой в скважины взрывчатой смеси составляет: ТТТ – 16,2 т, SMS – 14,7 т. Импортные зарядные машины с автоматизированной системой подачи исходных компонентов могут изготавливать по три эмульсионных состава, различающихся содержанием в них АС и эмульсии. Производят следующие серии эмульсанов марки «Иремекс»: иремекс-460, иремекс-560, иремекс НД. Их используют для взрывания сухих и частично обводненных скважин. Эмультанты марки «Ирегель» изготавливаются следующих составов: ирегель-1116, ирегель-1136, ирегель-1146 Р. Они используются в основном для взрывания обводненных скважин.

Комплекс по приготовлению и зарядке ЭВВ на карьере «Юбилейный» был введен в эксплуатацию в конце первого полугодия 2000 г. Относительно близкое расположение комплекса к карьере позволило за второе полугодие переработать двумя СЗМ свыше 6 тыс.т ВВ (см. таблицу).

Исходное сырье для приготовления ЭВВ представлено семью компонентами: техническая вода, АС, азотная кислота, тиомочевина, два типа эмульгатора (№ 7, 23), дизельное топливо и нитрит натрия. Практически приобретение всех компонентов (кроме эмульгаторов), используемых для приготовления ЭВВ, осуществляется в России. В 2003 г. ООО «Промтехвзрыв» про-

Объем использования ЭВВ

Показатели взрывных работ	Производительность, годы					
	2000 (май – декабрь)	2001	2002	2003	2004	2005
Общий объем взорванной горной массы, тыс.м ³	20200	20610	21414	24352	22250	26300
Объем взрываваемой горной массы (ЭВВ), тыс.м ³	7676	16591	17551	20663	20700	20800
Доля горной массы, взорванной с ЭВВ, %	38	80,5	82	84,9	93	80
Количество изготовленных ЭВВ, т	6831	14058	14753	16058	13500	18200

изведены опытно-промышленные испытания по замене импортных эмульгаторов на отечественные. В результате проведенной работы подобран российский эмульгатор РЭМ, выпускаемый ЗАО НЛП «Алтайспецпродукт» (г.Бийск). Со второго полугодия 2004 г. начато производство ЭВВ с использованием отечественного эмульгатора, который заменяет два типа импортных эмульгаторов (дозировка производится в том же соотношении). Несомненное преимущество РЭМ – низкая стоимость, при этом качественные характеристики не уступают импортным. Цена импортных эмульгаторов с учетом НДС и транспортных расходов составляет 295,5 руб./кг, что в 2,5 раза выше отечественного. Общие затраты на приобретение импортных эмульгаторов по Айхальскому ГОКу составляют 600 тыс. долларов.

Приготовление компонентов и эмульсии для загрузки в СЗМ на стационарном пункте осуществляется в соответствии с «Техническим регламентом». Выходными продуктами на пункте являются: окислительный и топливный растворы, ГГД и эмульсия. Суммарный объем двух емкостей для приготовления и хранения окислительного раствора составляет 100 т. Наличие емкости для хранения обеспечивает надежную и бесперебойную работу пункта даже при пиковых потребностях карьера в эмульсионных составах. Производительность миксера по готовой эмульсии составляет 12 т/ч, поэтому комплекс в состоянии обеспечить годовую потребность в ЭВВ в объеме 20 тыс.т. Это позволяет практически полностью отказаться от потребления промышленных ВВ на карьере. Штатное ВВ используется для изготовления промежуточных детонаторов (на заоткоске), для зарядки неглубоких скважин (до 5 м) при проходке съездов с проточной водой. В настоящее время на ГОКе ведутся работы по сокращению штатных ВВ на указанных переделах работ.

Выполненные на карьере «Юбилейный» хронометражные наблюдения за работой СЗМ показали, что полный цикл загрузки исходными компонентами и зарядки скважин

осуществляется в течение 260-280 мин. Сокращение времени рабочего цикла и увеличение производительности СЗМ можно достичь за счет ввода в эксплуатацию растаривающего комплекса в складе АС. В настоящее время институт «СибцветметНИИпроект» (г.Красноярск) выполнил проект растаривающего комплекса производительностью 10 т/ч и передал его для изготовления в ФГУДП «РМЗ Енисей» (г.Красноярск). Ввод в эксплуатацию растаривающего комплекса позволит сократить время загрузки СЗМ, гранулированной АС на 35 мин.

Анализ хронометражных наблюдений показал, что для обеспечения ЭВВ двух карьеров («Юбилейный» и «Комсомольский») необходимо приобрести еще две СЗМ типа ТТТ. В этом случае парк СЗМ обеспечит ритмичную работу карьеров по зарядке скважин и сможет полностью перейти на отбойку горных пород ЭВВ и свести до минимума применение промышленных ВВ.

Технология применения ЭВВ позволяет заменить дорогостоящие тротилсодержащие ВВ аммиачно-селитренными ВВ местного изготовления. Экономический эффект от внедрения технологии применения эмульсионных ВВ на карьере «Юбилейный» по итогам 2001-2003 гг. составил свыше 100 млн.руб.

В настоящее время карьер обладает достаточно большим опытом использования штатных и ЭВВ для дробления руды и вскрышных пород. На буровзрывном переделе требующими постоянного внимания остаются вопросы получения стабильного гранулометрического состава руды, сохранности кристаллов алмазов и снижение выхода негабаритных кусков на крепких, крупнообломочных известняках, а также на блоках со смерзшимся верхним слоем горных пород.

Разделение карьерного поля по взрываемости является одним из наиболее действенных инструментов оптимизации параметров БВР, так как только при прогнозировании прочностных свойств горных пород и использовании их данных при разработке

параметров БВР можно более стабильно добиваться ожидаемых показателей взрыва. Особенно это важно при взрывном дроблении руды, поскольку для нормальной работы мельниц самоизмельчения и фабрики в целом необходимо обеспечение заданной и стабильной кусковатости рудного материала. Кроме того, применение завышенного удельного расхода ВВ на руде может стать причиной снижения сохранности основной продукции (техногенные нарушения кристаллов алмазов) в процессе добычных работ в карьере и на обогатительном переделе.

На карьере «Юбилейный» совместно с лабораторией разрушения горных пород института «Якутнипроалмаз» проведена инструментальная и визуальная оценка качества нескольких десятков массовых взрывов на всех типах руд и горных пород, выполнен анализ паспортных показателей БВР, также проведен ряд опытно-промышленных взрывов. В результате выполненных работ внедрено расширение сетки скважин III категории взрываемости без увеличения веса скважинного заряда. В результате этого стало возможно увеличить выход горной массы с 1 м скважин на 7-8 % и одновременно уменьшить удельный расход ЭВВ на 10-12 %. Снизилась доля переизмельченной руды, подаваемой на обогатительную фабрику. Сумма экономического эффекта составила за 2005 г. 9,9 млн.руб. Опытные промышленные взрывы, выполненные на карьере в породах и рудах различной взрываемости, подтвердили возможность получения качественного дробления эмульсионными составами. Гранулометрический состав взорванной горной массы при переходе на ЭВВ по карьере в сравнении со штатными ВВ существенно не изменился. Заметного увеличения выхода негабаритных фракций на руде и вскрыше не выявлено. В целом принятые параметры БВР при использовании ЭВВ обеспечивают удовлетворительную работу горно-транспортной техники и обогатительной фабрики. Опытным путем установлено, что ЭВВ, объем применения

которых превысил 85 %, пригодны для взрывания всех типов горных пород и руд. Ограничения существует только в применении эмульсии ирегель 1136Р в крепких обводненных трещиноватых породах, так как многократно зафиксирована частичная потеря скважинного заряда в результате его утечки по трещинам.

На карьере самыми сложными для взрывного дробления участками являются диабазы ($f = 16$ по М.М.Протождяконову), крупнообломочные известняки ($f = 11-13$), а также кимберлиты IV категории взрываемости ($f = 6-8$) с большим содержанием ксенолитов.

Для получения равномерного дробления необходимо равномерно разместить заряд в скважине. Это достигается за счет уменьшения сетки скважин при соответствующем уменьшении диаметра скважин.

При использовании ЭВВ размещение общей массы заряда в скважине происходит более неравномерно, чем при использовании штатных ВВ. Это связано с высокой плотностью ЭВВ. Поднятие высоты заряда за счет увеличения удельного расхода приводит к неоправданному повышению общего расхода ЭВВ и переизмельчению горной массы. Одним из способов поднятия высоты заряда без увеличения удельного расхода является применение скважины меньшего диаметра. На карьере существовал опыт бурения скважин диаметром 215 мм станком СБШ-250 МН с переделанным буровым ставом диаметром 180 мм. Однако результаты взрывов не были зафиксированы, так как к этой работе не были привлечены научные подразделения компании АК «Алроса». Для проведения опытно-промышленных испытаний при взрывании скважин с уменьшенным диаметром и использованием ЭВВ Айхальский ГОК закупил буровой станок СБШ-190. В настоящее время институтом «Якутнипроалмаз» производится обработка данных на предмет равномерного дробления руды и сохранности кристаллов алмазов.

Как показали полигонные испытания, открытые заряды иремекс 560 устойчиво детонируют при диаметре заряда более 160 мм, а заряды ирегель 1136 Р при диаметре более 120 мм.

Таким образом, использование ЭВВ и оптимизация параметров БВР при отбойке вскрышных пород и кимберлитов на карьере «Юбилейный» позволяют:

- полностью механизировать процесс приготовления ЭВВ и заряжания скважин;

- обеспечить полную взрывобезопасность при приготовлении компонентов и транспортировку их в карьер;

- снизить загрязнение окружающей среды вследствие практически нулевого кислородного баланса ЭВВ;

- исключить транспортировку больших объемов взрывоопасных веществ по железной дороге с Западной Сибири и водным транспортом;

- существенно снизить затраты на буровзрывные работы.