***Б.Н.КУТУЗОВ***
Московский горный университет, Россия

# ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧИ УГЛЯ, РУД, СТРОИТЕЛЬНЫХ ПОРОД ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВЗРЫВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ограниченные финансовые возможности горного машиностроения требуют наметить наиболее важные приоритетные направления, решение которых позволит достигнуть технического прогресса в области повышения производительности буровой техники и оборудования, создания новых ВВ и технологий их использования, выпуска новых средств инициирования, значительного повышения эффективности взрывной подготовки скальных пород к выемке и переработке.

**Оборудование для бурения взрывных скважин.** В России в настоящее время карьерные шарошечные станки для вертикальных и наклонных скважин диаметром 215,9-244,5 мм ЗСБШ-200-60 и БСБШ-200 выпускает Бузулук-ский завод, а диаметром 244,5-269 мм СБШ-250МНА (РД-10) Воронежский завод. Научно-технический потенциал заводов, машиностроительной базы и смежников, обеспечивающих комплектацию оборудования для станков, не позволяет создавать на этих заводах станки нового технического уровня, соответствующие или превосходящие лучшие зарубежные образцы. В качестве приоритетных надо выбрать одну-две модели станков, которые надо выпускать как оборонную продукцию, обеспечивающую национальную безопасность и самостоятельность угольной и рудной базы России, а в дальнейшем и стран СНГ (Украины, Казахстана, Армении, Узбекистана). В качестве базовых заводов для этой цели должен быть выбран Ижорский завод, который имеет опыт выпуска высококачественного горного оборудования: экскаваторов, дробилок и др.

В качестве таких приоритетных моделей может быть рекомендован мощный шарошечный станок СБШ-270/320 для вертикальных и наклонных (до 65-70° к горизонту) скважин диаметром 269 и 320 мм и мобильный шарошечный (пневмоударный) станок СБШ-160/216 для

вертикальных и наклонных (до 60° к горизонту) скважин диаметром 160, 190 и 215,9 мм и глубиной до 50 м. Этот станок может выпускаться с электрическим и дизельным приводом.

Целесообразно производить на отечественных заводах сборку моделей станков, например, Бюсайрус 49-RII, 60R и мобильной модели Тамрок (Канада) Дрилтекс D40KS, D45KC или 9D.

Для быстрой реализации этих проектов целесообразно решить вопрос о привлечении фирм США, Швеции, Финляндии или других стран для поставки комплектующего оборудования (гидравлики, компрессоров и др.), а также высококачественных шарошечных долот, создав совместные предприятия. Попытка выпускать станки и шарошечные долота мирового уровня собственными силами обречена на бесконечные разработки, испытания и согласования. Опыт Китая, Индии и ряда других стран доказывает, что целесообразно начать со сборки станков из узлов, поставляемых зарубежной фирмой,и закончить собственным производством.

Буровые станки должны быть оснащены также устройствами для оценки свойств буримых пород и передачи полученной информации в отдел проектирования взрывов. Такие разработки в России имеются. Только так удастся решить задачу оценки свойств взрываемых массивов для выбора рациональных типов ВВ и параметров взрывных работ.

Финансирование этих проектов должно осуществляться только узкоцелевым образом. Так же надо решать вопросы и по другому горно-транспортному оборудованию. Все остальные типы станков и инструмента надо продолжать производить на действующих заводах, выпускающих буровые станки и инструмент для бурения шпуров и скважин.

**Теория разрушения.** Несмотря на многочисленные исследования, в настоящее время практически слабо изучено взаимодействие одиночного заряда с трещиноватым массивом и практически не изучено взаимодействие с таким массивом системы зарядов, взрываемых с различными интервалами замедления и с донным или устьевым инициированием. Эта важнейшая проблема дробления трещиноватых массивов системой зарядов должна рассматриваться в качестве приоритетной в создании систем расчета зарядов дробления, а также контурного взрывания.

**Взрывные работы.** В связи с чрезмерно (в десятки тысяч раз) возросшей стоимостью ВВ и железнодорожных тарифов, опасностью и ужесточением условий перевозки в спецвагонах, перегрузок ВМ на конечных железнодорожных станциях-тупиках и др. стала актуальной проблема уменьшения объема перевозок ВВ с заводов и увеличения объемов изготовления ВВ на горных или специализированных предприятиях. Такая же тенденция наблюдается в мировой практике. Решение этой проблемы уже частично осуществляется рядом российских горных предприятий и стран СНГ по нескольким направлениям.

***Изготовление двухкомпонентных гранулированных бестротиловых ВВ*** (игданиты, гранулиты, в зарядных машинах). Изготовление этих ВВ производится в серийно выпускаемых транспортно-смесительно-зарядных машинах МЗ-3, МЗ-4, МЗ-8, СЗМ и др. Такое решение эффективно для предприятий с относительно небольшим потреблением ВВ и наиболее просто, так как для этого надо иметь пункты загрузки зарядных машин аммиачной селитрой и жидкой горючей добавкой, а доставку компонентов на блок и заряжание скважин производят сами смесительно-зарядные машины.

***Изготовление двух- и трехкомпонентных гранулированных бестротиловых ВВ на стационарных пунктах.*** Такие пункты имеются на многих горных предприятиях России и стран СНГ. Предприятия компании «Росуголь» имеют такие пункты в Якутии, Кузбассе и т.д. Пункты оснащены простым оборудованием и, как правило, имеют склад-хранилище аммиачной селитры с узлом подачи и растаривания мешков (и мягких контейнеров емкостью до 1,0 т) в накопительный бункер, склад твердой горючей добавки (карбамид, угольный порошок и др.) с подачей ее в накопительный бункер для последующего смешения с остальными компонентами. Здесь не нужны достаточно сложные транспортно-смесительно-зарядные машины, а только более дешевые транспортно-зарядные со шнековой или бункерно-шиберной подачей ВВ (типа МЗ-8 «Кривбассвзрывпрома» и ИГТМ НУ АН или АО «Молибден») и мобильные установки для получения на пунктах пористой (поризованной) селитры.

***Изготовление граммонитов и комбизаров.*** Относительно новым является приготовление граммонитов 79/21 на горных или специализированных предприятиях. В настоящее вре-

мя имеется положительный опыт приготовления граммонита на АО «Ковдорский ГОК», АО «Полтавский ГОК» (Украина). На Ковдорском ГОКе смешение производят во вращающихся смесителях, а на Полтавском ГОКе используется оборудование растаривающего пункта и зарядные машины.

Заслуживает широкого распространения опыт АО «Молибден» (Сорский ГОК) по приготовлению ВВ на стационарном пункте с бункерами-накопителями для селитры и тротила и подачей в узел гравитационного смешения жидкого горючего смесевого ВВ (8 % гранулотола, 3 % жидкого горючего и 89 % гранулированной аммиачной селитры), называемого комбизар. Замена заводских ВВ на комбизар (95 % потребления) дало комбинату в 1995 г. экономию в сумме более 9 млрд руб. Пятнадцатилетний опыт Сорского ГОКа по применению таких экономически и технически выгодных составов пока не нашел распространения на других горных предприятиях. Свои разработки составов с уменьшенным содержанием тротила, изготавливаемых на местах, успешно внедряет ОАО «Взрывпром Юга Кузбасса».

Неоспорима экономическая и техническая целесообразность изготовления граммонита 79/21 и комбизара на горных или специализированных предприятиях: минимум в 5 раз уменьшаются объемы перевозок ВВ на транспорте, емкости хранилищ и подъездных разгрузочных площадок на железнодорожных станциях, стоимость 1 т приготовляемого ВВ по сравнению с готовыми заводскими снижается на 500-900 тыс. руб. в зависимости от дальности перевозок и стоимости готового ВВ.

***Изготовление эмульсионных ВВ.*** Более 40 лет фирмы Швеции, США и других стран пропагандируют суспензионные ВВ, содержащие гелеобразную жидкую фазу раствора аммиачной селитры с твердыми добавками тротила, бездымного пороха, других энергетических добавок. Гелеобразную консистенцию раствора аммиачной селитры получают за счет добавок в него при температурах 70-90 °С загустителей типа полиакриламида, КМЦ, КФ-80082, гуаргама и др. в количестве 0,5-2 % по массе. Эти ВВ несколько позже были разработаны в СССР под названиями акватолы, горячельющееся ВВ (ГЛТ), карбатолы, ифзаниты. В настоящее время их называют акватолы или водосодержащие ВВ. Эти ВВ имеют плотность 1,4-1,5 г/см, скорость детонации более 5 км/с, объемную концентрацию энергии 1500-2000 ккал/дм$^3$. Их применяют на Лебединском, Стойленском, Оленегорском, Полтавском, Качканарском и других рудных карьерах. С 70-х гг. XX в. фирмы США, Швеции, Китая, Югославии, Испании начали выпуск оборудования для нового класса водосодержащих эмульсионных ВВ – эмулитов. Аналог эмулитов в СССР – порэмиты. Разработанные в России в 90-х гг. эмульсионные ВВ российско-шведской фирмой «Нитро-Сибирь» названы сибиритами. По существу, это жидкое AN-FO или игданит, абсолютно водоустойчивое ВВ по своим взрывчатым характеристикам хорошо подходит для дробления вскрышных пород угольных разрезов. Для рудных карьеров, разрабатывающих более крепкие и трудновзрываемые породы, энергия порэмита недостаточна, а потому зарубежные фирмы начали выпуск более мощных эмуланов, представляющих собой смеси эмулитов с 30; 50 или 70 % AN-FO, или эмулитов с добавками 4-12 % дисперсного алюминия. Смесевые ВВ с AN-FO в России названы гранэмитами, а с добавками алюминия – порэмитами М. Эти ВВ успешно дробят трудновзрываемые массивы.

При изучении зарубежного опыта было установлено, что процент применения эмульсионных ВВ невелик: от 6 до 18 % общего потребления. Это объясняется тем, что на зарубежных карьерах до 90 % применяемых ВВ – это гранулированные AN-FO на пористой селитре, существенно более дешевые и технологически несравненно более простые в изготовлении, чем эмульсионные. Кроме того, для получения качественной эмульсии требуется высокая химическая чистота исходных компонентов, а число этих компонентов велико и достигает восьми в отдельных рецептурах. Кроме того, стоимость эмульсионных ВВ, особенно при неполной загрузке мощностей на пункте-заводе, достигает 3,0 тыс. руб./т и более, что почти в 1,5 раза выше, чем стоимость гранулированных AN-FO и граммонитов.

С разработкой технологии заряжания более дешевых граммонитов и AN-FO в полиэтиленовые рукава область применения эмульсионных ВВ сузится. До 80-85 % объема потребления ВВ на карьерах будут составлять более дешевые гранулированные ВВ, на что и следует

ориентироваться в создании мощностей по производству эмульсионных ВВ и оборудования для их применения с учетом сырьевой базы.

***Технология заряжания обводненных скважин с использованием полиэтиленовых рукавов.*** Среднеазиатский технический университет (бывший Казахский политехнический институт) разработал установку «Талисман», в которой на гильзу гармошкой надевался полиэтиленовый рукав, нижний конец которого герметизировали, завязывая узел на рукаве или перетягивая рукав шнуром. После этого гильза подсоединялась к течке зарядной машины и при подаче в гильзу ВВ рукав стягивался с гильзы и опускался в скважину, заполненную водой.

Коллектив университета удачно решил проблему заряжания ифзанитов в опущенные до дна полиэтиленовые рукава с грузом в донной части. В этом случае в зарядное устройство, закрепленное на зарядной части машины, добавляется узел, в котором потоку ВВ придается коаксиальное направление движения, за счет чего ВВ достаточно быстро поступает в схлопнувшийся рукав, как в надводную, так и в подводную части.

МГГУ (бывший Московский горный институт) разработал устройство для навивки рукава на гильзу. После навивки устройство со шлангом подачи сжатого воздуха опускают на дно скважины, а затем производят подачу воздуха от компрессора. При этом рукав с вращением сходит с гильзы и плотно прижимается к стенкам скважины, выдавливая воду из устья. Диаметр рукава на 20 мм больше диаметра скважины.

Значительные успехи имеет технология «Взрывпрома Юга Кузбасса».

Новым направлением во взрывной технологии отработки надугольных вскрышных уступов является разрабатываемая нами совместно с В.М.Щадовым схема взрывания вертикальных скважин с увеличенным в нижней части количеством ВВ за счет предварительного их простреливания удлиненными зарядами. В результате коэффициент сброса пород в выработанное пространство увеличивается и улучшается дробление нижней части вскрышного уступа.

**Системы инициирования при массовых взрывах.** В связи с фактическим запрещением Госгортехнадзором России чисто огневого способа инициирования при взрывании на земной поверхности разрешено электрическое инициирование и дистанционное беспроводное по радиосигналу (системы «Гром» и «Друза»).

Электрическое инициирование требует монтажа электрической цепи подачи импульса от источника тока до взрываемого блока, длина которой может составлять по проекту 300 м и более, а при крупных взрывах достигать 1000 м. Это неудобно в дождливую погоду и зимой. Кроме того, в этом случае необходимы специальные катушки для проводов, более легкие провода, чтобы не затруднять работу взрывников. Целесообразно также примыкающую к блоку часть цепи монтировать отдельными проводами, так как они могут подвергаться разрушительному действию массовых взрывов.

Другим существенным недостатком электрического инициирования является опасность воздействия на нее блуждающих токов, что может вызвать преждевременный взрыв. Для надежной защиты от блуждающих токов рекомендуется во взрывную последовательную цепь включать дополнительное электрическое сопротивление 50-100 Ом или соединять два электродетонатора (ЭД) для инициирования зарядов параллельно.

Радикальным решением является применение выпускаемых ЭД пониженной чувствительности (безопасный ток 1 А, гарантийный – 5 А) или не чувствительных к бытовым источникам тока (ЭД-24). Дистанционное инициирование по радиосигналу требует больших предварительных затрат (от 50 до 100 млн руб. и более) в зависимости от комплектности системы, согласования разрешительных частот работы в органах контроля электрочастот. Поэтому эти системы приемлемы для крупных горных или специализированных предприятий, которые проводят массовые взрывы на нескольких горных объектах.

Наиболее распространенными средствами инициирования скважинных зарядов на земной поверхности являются детонирующие шнуры с навеской ВВ 12 г (ДША, ДШЭ, ДШВ и др.) и 6 г (ДШЭ-6). Взрыв этих ДШ в зарядах неблагоприятно воздействует на ВВ, особенно на водосодержащие и эмульсионные. Кроме того, для изготовления ДШ расходуется значительное количество дорогостоящих тэна и гексогена (в новых шнурах). Поэтому целесообразно для инициирования применять неэлектрические системы инициирования СИНВ и ЭДИЛИН, допу-

щенные в России к постоянному применению, или детонирующие шнуры с навеской 4-6 г ВВ на 1 м длины, которые существенно меньше воздействуют на ВВ заряда, что позволит использовать комбинированные схемы сетей (ДШ + волновод), обладающие большой надежностью.

Следует подчеркнуть, что требования к любым системам инициирования, которые состоят из источника начального импульса, линии передачи начального импульса, элементов замедления в линии, детонаторов передачи относительно слабого начального импульса промежуточному детонатору-шашке, которая вызывает инициирование – взрыв основного скважинного заряда, по надежности их состыковки одинаковы. Все элементы любой системы инициирования должны быть абсолютно надежными и не давать отказов как в самих элементах, так и в местах соединений элементов в систему.

Понятие, вводимое в технических условиях и характеризующее процент возможных отказов или один отказ на $N$ взорванных элементов, должно быть исключено. Любая система должна иметь 100-процентную надежность и не давать отказов при любом числе их использования, при безусловном выполнении технологических требований изготовителя к применению системы.

Экспертным организациям России необходимо обеспечить выход отечественных ВМ на международный рынок и переломить ситуацию захвата иностранными фирмами российского рынка и рынков стран СНГ.