

УДК 622.235.5

А.А. Котяшев, А.С. Маторин, П.В. Меньшиков

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПОДГОТОВКИ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ НА ГОРНО-РУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Предложена систематизация технологических схем подготовки массовых взрывов на горно-рудных предприятиях. Сформулированы основные требования для создания рациональных структур комплексной механизации применительно к схемам подготовки массовых взрывов на карьерах. Приведены типовые структуры механизации и определена область их рационального использования на рудных карьерах.

Ключевые слова: массовые взрывы, транспортно-зарядные машины, транспортно-заправочные машины, смесительно-зарядные машины.

Семинар № 4

Взрывное разрушение локальных массивов на открытых горных разработках как в настоящее время, так и на ближайшую перспективу не имеет альтернативы и остается единственным высокопроизводительным и универсальным способом подготовки скальных пород и руд к выемке и дальнейшей технологической переработке.

Доля затрат на буровзрывные работы в себестоимости добычи 1 т минерального сырья достигла 30 % и с ростом глубины горных работ продолжает увеличиваться [1].

В истекшем 2008 году в России для производства взрывных работ израсходовано более 750 тыс. т взрывчатых веществ (ВВ) промышленного назначения, из них более половины, изготовленных в условиях предприятий — потребителей.

При этом, ассортимент ВВ, согласно утвержденного «Перечня взрывчатых материалов, оборудования и приборов взрывного дела, допущенных к применению в Российской Федерации» — М.: 2002, пред-

назначенный для использования на открытых горных разработках насчитывает более 50 наименований.

Подготовка массовых взрывов на открытых горных разработках осуществляется с учётом совокупности горнотехнических, технологических и организационных факторов, а именно:

- масштабов добычи полезных ископаемых и выемки скальной горной массы, предопределяющих объемы взрывных работ и расход ВВ на горных предприятиях;

- условий залегания полезных ископаемых и разработки месторождения, физико-механических свойств пород и руд, степени обводненности горных массивов и ряда других особенностей, предопределяющих необходимость применения одного или нескольких типов ВВ на данном предприятии;

- условий доставки взрывчатых веществ и их невзрывчатых компонентов от заводов-изготовителей до предприятий — потребителей взрывчатых материалов;

- наличия или отсутствия на горных предприятиях собственных складов ВМ и сооружений, обеспечивающих эффективную подготовку массовых взрывов на карьерах;

- режима и уровня организации работ на горном предприятии и в подразделении, обеспечивающем подготовку массовых взрывов на карьерах;

- наличия всей номенклатуры технологического оборудования серийного производства для механизации операций по подготовке массовых взрывов;

В процессе выполненных исследований установлено, что наиболее характерными по условиям разработки, масштабам производства, пространственным параметрам, объемам производства взрывных работ и расходу взрывчатых материалов являются железорудные предприятия России.

Результаты выполненного анализа работы железорудных предприятий страны свидетельствуют, что производительность их по добыче железной руды колеблется в пределах от 0,03 до 48 млн т в год.

Годовые объемы выемки скальной горной массы, наряду с объемами добычи руды, изменяются в значительных пределах.

Добычные работы ведутся на 17 предприятиях, включающих 36 карьеров различной производственной мощности, глубиной от 50 до 420 м.

В отечественной и зарубежной практике, в зависимости от объема потребления взрывчатых веществ на горном предприятии и его удаленности от завода-изготовителя, существуют различные схемы доставки ВВ и их компонентов.

При этом, в каждом конкретном случае схема доставки ВВ обосновывается, выбирается вид транспортно

— доставочного оборудования и вид упаковки для перевозимого груза, поскольку это в значительной мере предопределяет

организацию работ в подразделении, производящем подготовку массовых взрывов на предприятии и, соответственно, экономичность производства взрывных работ

Доставка взрывчатых материалов и их компонентов производится преимущественно в средствах автомобильного, железнодорожного и комбинированного транспорта. Классификация схем доставки взрывчатых материалов и компонентов ВВ от заводов-изготовителей до горнодобывающих предприятий приведена в работе [2].

Данная классификация отражает разнообразие применяемых схем доставки ВВ и их компонентов от завода — изготовителя до горно-рудных предприятий.

Результаты выполненных исследований свидетельствуют, что наиболее распространенными (типовыми) являются схемы 2 МВ и 2 МК, а именно: доставка ВВ и их компонентов от завода-изготовителя до хранилищ склада ВМ потребителя

в пропиленовых мешках.

Остальные схемы доставки ВВ и их компонентов от заводов — изготовителей до горных предприятий — потребителей ВМ являются в настоящее время менее распространенными, но в перспективе могут найти более широкое применение.

С созданием и внедрением транспортно-зарядных (ТЗМ) и смешительно-зарядных (СЗМ) машин возникла необходимость строительства на горнодобывающих предприятиях стационарных и передвижных пунктов подготовки, растаривания и загрузки машин гранулированными ВВ или их

компонентами, предназначенными для приготовления взрывчатых веществ в процессе заряжания скважин, то есть вблизи мест их применения.

Полностью механизировать операции по разгрузке ВВ и их компонентов возможно только при поставке их на предприятие в мягких контейнерах.

Взаимосвязь технологических операций при подготовке массовых взрывов на карьерах определяется конечной целью — созданием элементарных грузопотоков ВВ и их компонентов определенной мощности от склада ВМ или пункта по их производству до подготовленных в карьере блоков.

Эти грузопотоки создаются посредством использования ряда структурно взаимосвязанных машин и механизмов, последовательно осуществляющих полный цикл технологического процесса подготовки массового взрыва в карьере.

Для заряжания сухих скважин на карьерах используются преимущественно граммониты и гранулиты простейшего состава типа АС-ДТ с различными добавками (алюминиевой пудры, угольной пыли и других компонентов), повышающими энергетические характеристики взрывчатых смесей.

Для заряжания обводненных скважин на карьерах применяются, главным образом: гранулотол, порэмиты, гранэмиты и другие взрывчатые смеси.

Выполненный анализ показывает, что схемы подготовки массовых взрывов на карьерах весьма разнообразны, поскольку в стране нет всей необходимой номенклатуры машин и оборудования, необходимого для полной механизации взрывных работ, а параметры и условия разработки на

горных предприятиях значительно отличаются друг от друга [3].

За последние десятилетия двадцатого века на крупных горнодобывающих предприятиях созданы и внедрены в производство стационарные и передвижные пункты подготовки и растаривания гранулированных ВВ и их компонентов, пункты приготовления вблизи мест применения простейших и водосодержащих взрывчатых смесей.

Выпускаются три типа машин, которые нашли широкое применение в отечественной и зарубежной практике при подготовке массовых взрывов на карьерах:

Первый — транспортно-зарядные машины (ТЗМ), которые доставляют готовые взрывчатые вещества до подготовленных в карьере блоков и осуществляют заряжание ими скважин;

Второй — транспортно-заправочные машины (ТЗ), которые подвозят готовые ВВ на блок к месту заряжания скважин;

Третий — смесительно-зарядные машины (СЗМ), которые помимо доставки невзрывчатых компонентов ВВ на блок в отдельных емкостях, осуществляют изготовление взрывчатых смесей на месте работ в процессе заряжания скважин.

На основе выполненного анализа технологических схем подготовки массовых взрывов на рудных карьерах, приведенного в работе [3] предложена их систематизация по основным признакам, определяющим величину затрат на взрывную подготовку горной массы к выемке (табл. 1).

В качестве главного признака в систематизации принято место приготовления ВВ. По данному признаку выделены две основные группы:

I — ВВ заводского изготовления;
II — ВВ местного изготовления.

Таблица 1

Систематизация технологических схем подготовки массовых взрывов на рудных карьерах

Индекс группы	Группа [*]	Индекс подгруппы	Подгруппа ^{**}	Индекс варианта	Вариант ^{***}	Полное наименование технологической схемы подготовки массовых взрывов на карьерах
I	ВВ заводского изготовления	IA	Спец автотранспорт (А)	IAH	немеханизированные (H)	Схемы с использованием ВВ заводского изготовления I AH — с доставкой ВВ от склада ВМ до карьера специализированным автодоставщиком, немеханизированными погрузочно-разгрузочными работами на складе и работами по зарядке скважин в карьере
				1АП	частично механизированные (П)	1АП — с доставкой ВВ от склада ВМ до карьера специализированным автодоставщиком, механизированными погрузочно-разгрузочными работами на складе и немеханизированной зарядкой скважин в карьере
				IAM	полностью механизированные (М)	IAM — с доставкой ВВ от склада ВМ до карьера специализированным автодоставщиком, механизированными погрузочно-разгрузочными работами на складе и работами по зарядке скважин в карьере
		IT	Транспортно зарядная машина (ТЗМ)	1ТП	частично механизированные (П)	1ТП — с доставкой ВВ от склада ВМ до карьера транспортно-зарядной машиной, погрузочные работы на складе немеханизированные, зарядка скважин механизированная

Продолжение табл. 1

Индекс	Группа*	Индекс подгруппы	Подгруппа**	Индекс варианта	Вариант***	Полное наименование технологической схемы подготовки массовых взрывов на карьерах
				ПМ	полностью механизированные (М)	ПМ — с доставкой ВВ от стационарного или передвижного пункта растаривания и переработки ВВ до карьера транспортно-зарядной машиной, погрузочные работы на пункте и зарядные работы в карьере механизированные
II	ВВ местного изготовления	ПТ	Транспортно-зарядная машина (ТЗМ)	ПТМ	полностью механизированные (М)	Схемы с использованием ВВ местного изготовления ПТМ — с доставкой ВВ от стационарного или передвижного пункта по приготовлению ВВ до карьера транспортно-зарядной машиной, погрузочные работы на пункте и зарядные в карьере механизированные
		ПС	Смесительно-зарядная машина (СЗМ)	ПСМ	полностью механизированные (М)	ПСМ — с доставкой компонентов ВВ от соответствующих складов ВМ, АС, ГСМ и пунктов по их приготовлению до карьера в смесительно-зарядной машине, погрузочные работы и зарядка скважин механизированные, изготовление ВВ в процессе зарядания скважин

* — по месту изготовления взрывчатых веществ;

** — по виду транспортно-технологического оборудования, доставляющего ВВ и компоненты от места погрузки до заряжаемого в карьере локального блока;

*** — по уровню (степени) механизации вспомогательных операций при подготовке массового взрыва.

По второму признаку — виду транспортно-технологического оборудования — в каждой группе выделены три подгруппы:

А — доставка ВВ до подготовленного блока специализированным автомобильным транспортом;

Т — доставка ВВ до подготовленного блока в транспортно-зарядных машинах (ТЗМ);

С — доставка компонентов ВВ до подготовленного блока в смесительно-зарядных машинах (СЗМ).

По третьему признаку — уровню механизации вспомогательных операций при подготовке массовых взрывов на карьерах, каждая подгруппа разделена на варианты:

Н — операции по погрузке, разгрузке взрывчатых веществ и зарядке ими скважин в карьере — не механизированные;

П — вышеперечисленные операции частично механизированные;

М — все вспомогательные операции процесса подготовки массового взрыва — механизированные.

В настоящее время на горнодобывающих предприятиях страны наибольшее распространение получили технологические схемы подготовки массовых взрывов при использовании ВВ заводского изготовления ИАН и 1АП на карьерах с малой и средней производственной мощностью и схемы ИТМ и 1ТП на карьерах с большим объемом производства. При использовании ВВ местного изготовления на крупных горнодобывающих предприятиях наибольшее распространение получили технологические схемы ПСМ и ПТМ.

Выше перечисленные схемы являются типовыми для горнорудных предприятий и исходным этапом при выборе и обосновании комплекта машин и механизмов.

Основные требования для создания рациональных структур комплексной механизации применительно к схемам подготовки массовых взрывов на карьерах заключаются в следующем:

- комплект оборудования должен включать машины и механизмы, паспортные характеристики которых соответствуют условиям безопасной работы при выполнении каждой операции технологического процесса, предъявляемые ЕПБ при взрывных работах;

- комплект оборудования должен соответствовать условиям эксплуатации, а параметры сооружений, погрузочно-разгрузочных, транспортных машин и механизмов должны обеспечивать возможность эффективного выполнения операций технологического процесса подготовки массового взрыва;

- комплект оборудования должен включать минимальное количество машин и механизмов для обеспечения более надёжной, производительной и экономичной его работы;

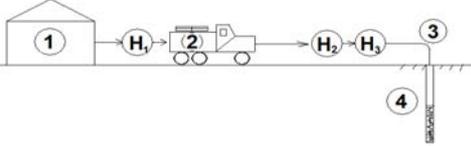
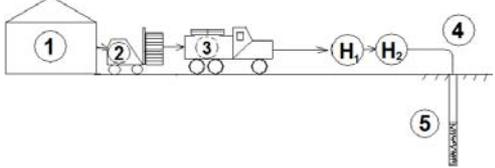
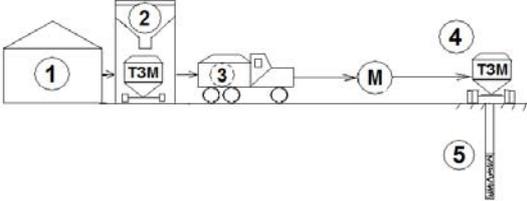
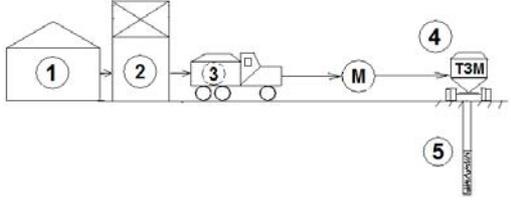
- смежные машины и механизмы комплекта по своим параметрам (высоте погрузки, разгрузки, производительности, величине динамических нагрузок и т. п.) должны соответствовать друг другу;

- в состав комплекта оборудования по возможности должны входить машины и механизмы непрерывного действия, обеспечивающие наилучшие технико-экономические показатели работы;

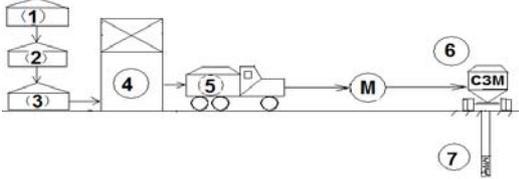
- коэффициент резерва мощности и технической производительности смежных машин и механизмов должен быть не менее 1.2 — 1.3 и не более, чем 1.5 — 1.7 в зависимости от условий работы;

- головным оборудованием, которому подчинены другие составляющие элементы комплекта, являются погрузочно-

Таблица 2

Условное обозначение схем	Типовые структуры механизации	Область применения
I АН	 <p>1 — хранилище склада ВМ; 2 — автодоставщик ВВ; 3 — карьер; 4 — заряжаемый блок; H_{1,2,3} — немеханизированные погрузочно-разгрузочные и зарядные работы</p>	Карьеры с расходом ВВ заводского изготовления от 0,5 до 5 т. т/год
I АП	 <p>1 — хранилище склада ВМ; 2 — автопогрузчик; 3 — автодоставщик ВВ; 4 — карьер; 5 — заряжаемый блок; H_{1,2} — немеханизированные разгрузочные и зарядные работы</p>	Карьеры с расходом ВВ заводского изготовления от 2 до 10 т. т/год
I ТМ	 <p>1 — хранилище склада ВМ; 2 — пункт растаривания и переработки ВВ; 3 — транспортно-зарядные машины (ТЗМ); 4 — карьер; 5 — заряжаемый блок; М — механизированные погрузочно-разгрузочные и зарядные работы</p>	Карьеры с расходом ВВ заводского изготовления от 10 до 20 и > т. т/год
II ТМ	 <p>1 — хранилище склада ВМ; 2 — пункт по приготовлению ВВ вблизи мест работ; 3 — ТЗМ; 4 — карьер; 5 — заряжаемый блок; М — механизированные погрузочно-разгрузочные и зарядные работы</p>	Карьеры с расходом ВВ местного изготовления от 10 до 20 и > т. т/год

Окончание табл. 2

Условное обозначение схем	Типовые структуры механизации	Область применения
II СМ	 <p>1 — хранилище АС; 2 — склад ДТ; 3 — склад ВМ; 4 — пункт по приготовлению эмульсии или раствора АС; 5 — смесительно-зарядная машина (СЗМ); 6 — карьер; 7 — заряжаемый блок; М — механизированные погрузочно-разгрузочные и зарядные работы</p>	Карьеры с расходом ВВ местного изготовления от 10 до 20 и > т. т/год

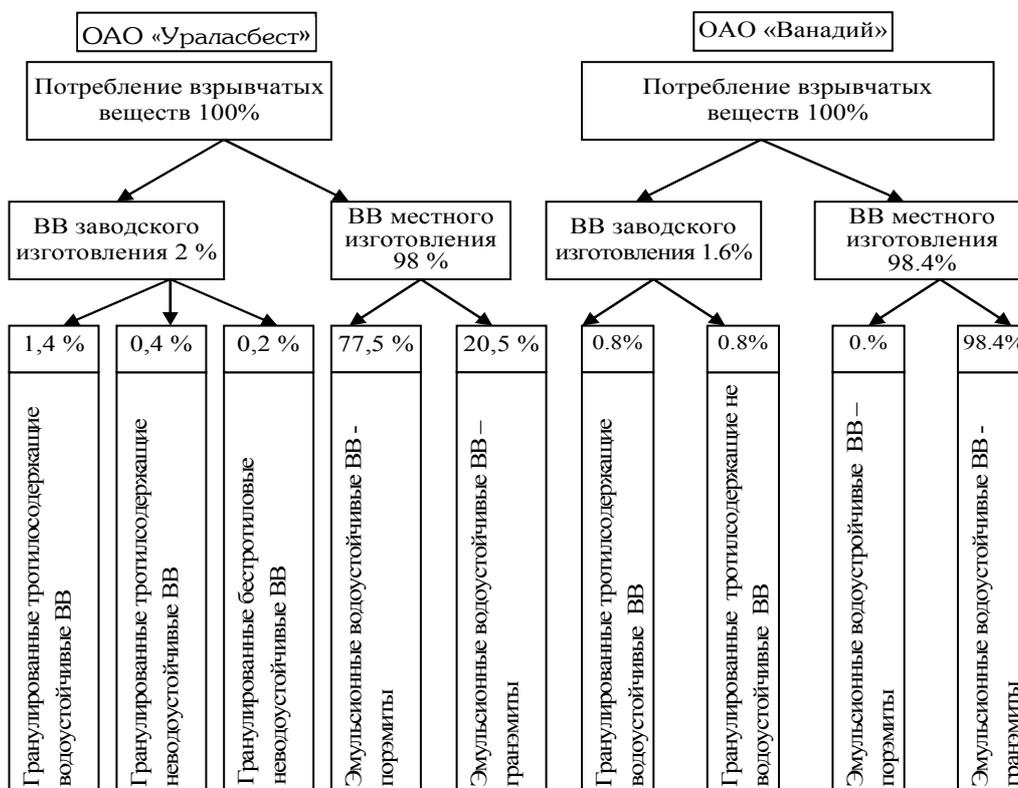


Рис. 1. Структура потребления взрывчатых веществ на крупных горнодобывающих предприятиях Уральского региона

разгрузочные механизмы и транспортно-доставочные средства;

- предпочтение должно отдаваться комплектам оборудования, при использовании которых, имеют место минимальные затраты времени

на техническое обслуживание и ремонт;

- при комплексной механизации подготовки массовых взрывов на карьерах должен быть обеспечен полный учёт и дозирование ВВ и

компонентов во всех смежных операциях технологического процесса.

В табл. 2 приведены типовые схемы и структуры механизации для подготовки массовых взрывов локальных блоков на рудных карьерах и условия их рационального применения.

Приготовление взрывчатых смесей в условиях горных предприятий вблизи мест их применения, и особенно в смесительно-зарядных машинах, позволяет получать составы, которые в наибольшей степени соответствуют конкретным условиям, а также повысить безопасность взрывных работ и улучшить экологическую обстановку в местах проведения массовых взрывов, за счёт использования составов с нулевым кислородным балансом.

Из горно-добывающих предприятий Уральского региона наиболее крупными являются карьеры ОАО «Ураласбест» и ОАО «Качканарский ГОК «Ванадий».

Структура потребления взрывчатых веществ в 2007 году на этих предприятиях приведена на рисунке 1. Из данных, приведенных на рисунке, следует что на крупнейших горнодобывающих предприятиях Урала свыше 98 % используются взрывчатые смеси местного изготовления.

В зависимости от компонентного состава эмульсионных ВВ на этих предприятиях используются при подготовке массовых взрывов на карьерах в основном смесительно-зарядные машины различных конструкций и грузоподъёмности. Технические данные СЗМ для приготовления порэмита 1А и гранэмита марок И-30 и И-50 приведены в работе (4).

В заключение следует отметить, что одной из основных проблем в горнодобывающей промышленности была и остаётся проблема комплексной механизации работ по подготовке массовых взрывов на карьерах, особенно малой и средней мощности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кутузов Б.Н. Взрывные работы. — М.: Недра, 1998.

2. Котяшев А.А., Маторин А.С., Шеменев В.Г. Схемы доставки взрывчатых материалов на горно-добывающие предприятия. // Физические проблемы разрушения горных пород: сборник трудов 3 международной конференции. 9—14 сентября 2002 г. // Абаза (Хакасия) — Новосибирск, Наука, 2003.

3. Котяшев А.А., Маторин А.С., Шеменев В.Г. Схемы подготовки массовых взрывов на горно-рудных предприятиях // Информационно-аналитический бюллетень № 2 // МГУ, 2004.

4. Котяшев А.А., Маторин А.С., Меньшиков П.В. Современные технические средства для приготовления эмульсионных взрывчатых смесей в процессе зарядания скважин на карьерах Урала. Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности: сборник трудов У1 международной научно-технической конференции. Чтения памяти В.Р. Кубачека. — Екатеринбург; Уральский государственный горный университет, 2008. — 377 с.

5. Механизация взрывных работ /М.Ф. Друкованый, Э.Н. Ефремов, Н.М. Бондаренко и др. — М.: Недра, 1984. **ГЛАВ**

Коротко об авторах

Котяшев А.А., Маторина А.С., Меньшикова П.В. — ИГД УрО РАН, direct@igd.uran.ru