**Компьютерная технология геолого-маркшейдерского обеспечения и проектирования буровзрывных работ на карьерах**

Герасимов А.В., ФГУП ВИОГЕМ

По оценке Б.Н. Кутузова [6] существующая в нашей стране технология проектирования буровзрывных работ (БВР) на карьерах характеризуется большой трудоемкостью и низкой производительностью. К этому следует добавить, что процесс проектирования БВР на карьерах предваряется и сопровождается на всех его этапах геолого-маркшейдерским обеспечением, включающим как полевые, так и камеральные работы, а само проектирование переплетается с поэтапной реализацией проекта и его корректировкой, что требует четкого организационного и информационного взаимодействия всех участников этого процесса (геологов, маркшейдеров, буровиков и взрывников).

Единственный путь коренного улучшения положения дел в рассматриваемой области горного производства – компьютеризация геолого-маркшейдерского обеспечения и проектирования БВР на карьерах. Существует много программ автоматизации расчетной составляющей проекта буровзрывных работ [2,5] или имитационного моделирования взрыва [1,4]. В составе отдельных импортных интегрированных горно-геологических программных пакетов (Datamine, Великобритания; Techbase, США; Gemcom, Канада и др.) имеется модуль Drill-blast для проектирования БВР. Однако из-за их дороговизны и ряда других обстоятельств (нерусифицированность программного обеспечения, трудность освоения, различие в технологии проведения буровзрывных работ на карьерах в СНГ и странах дальнего зарубежья) импортные программные продукты для проектирования БВР на карьерах России не нашли применения. Единичные попытки автоматизации всего цикла проектирования БВР на отечественных карьерах пока не вышли за рамки концептуальных соображений или сугубо предварительных разработок [3].

Без автоматизации проектирования БВР во многом обесценивается пусть даже достаточно полная и достоверная инженерно-геологическая информация о взрываемости массива горных пород, а также тормозится процесс автоматизации геолого-маркшейдерского обеспечения горного производства на карьерах в целом, так как буровзрывные работы являются его основой и стоят в его голове. Поэтому разработка программного обеспечения и компьютерной технологии проектирования буровзрывных работ в реальном режиме времени и со всеми его составляющими (ведение и актуализация геолого-маркшейдерской графики, решение маркшейдерских задач, размещение взрывных скважин на блоке с учетом категории взрываемости пород, диаметра и конструкции заряда, расчет параметров взрывания, подготовка текстового файла с номерами и координатами взрывных скважин для ввода данных эксплуатационного опробования) является актуальной задачей.

ФГУП ВИОГЕМ разработал такую технологию, которая внедрена на базовых предприятиях железорудной промышленности (Ковдорском и Лебединском ГОКах). Технология разработана в строгом соответствии с действующими на этих предприятиях типовыми проектами массовых взрывов на карьере. Программное обеспечение написано на языке Delphi для операционной среды Windows. Оно предусматривает формирование и редактирование картографических документов и табличных баз данных, решение маркшейдерских задач.

Ввод картографической информации (планов эксплуатационных горизонтов различного назначения – геологических, маркшейдерских, буровзрывных) осуществляется по их сканерным снимкам набором средств оцифровки и редактирования, а также по результатам компьютерной обработки полевых журналов тахеометрической съемки. По изображению на мониторе пользователь может интерактивно вводить и редактировать элементы картографического документа, выбирая их курсором на экране, изменять масштаб документа или его отдельного фрагмента.

Табличная информация представлена главным образом параметрами буровзрывных работ. Структура базы данных иерархическая, в виде таблиц данных с системой ссылок и индексов. Это позволяет производить запросы к базе данных по принадлежности точки к контуру, скважине, буровзрывному блоку и формировать таблицы данных в соответствии с формулой запроса.

Программа выполняет также решение маркшейдерских задач, результаты которых непосредственно или уже в обработанном виде используются при проектировании буровзрывных работ на карьерах (обратная геодезическая задача, обратная и прямая засечка, обработка журнала тахеометрической съемки).

В общей схеме геолого-маркшейдерского обеспечения и проектирования БВР на карьерах (рис.) с применением компьютерных технологий (в автоматическом режиме или интерактивно) осуществляется два вида (этапа) работ (формирование проекта бурения и проектирование взрыва блока), разделенные во времени рядом чисто производственных процедур (разбивка в натуре сетки скважин, их бурение, маркшейдерская съемка пробуренных скважин и т.п.) Технология проектирования практически безбумажная. Только выходные документы (планы блока) к проектам бурения и взрыва, таблицы корректировочного и технологического расчетов, зарядные карты), которые подписываются, утверждаются и непосредственно используются при подготовке блока к обуриванию и заряжанию скважин, печатаются на бумаге.

Рис. Блок-схема геолого-маркшейдерского обеспечения и

|  |
| --- |
| Цифровые планы горизонта отработки |

|  |
| --- |
| Формирование проекта бурения |

|  |
| --- |
| Вынос скважин на местности, обуривание блока |

|  |
| --- |
| Опробование скважин |

|  |
| --- |
| Формирование базы данных опробования |

|  |
| --- |
| Съемка скважин |

|  |
| --- |
| Формирование проекта взрыва блока |

|  |
| --- |
| Текущее планирование горных работ |

проектирования буровзрывных работ на карьерах

Проект бурения. Прежде всего маркшейдер в соответствии с текущим планом горных работ формирует контур проектируемого блока (замкнутую область, ограниченную линией отрыва предшествующего взрыва и проектной линией отрыва), на котором показывается последний ряд скважин предшествующего взрыва (с буровзрывного плана горизонта) и положение бровок уступа (с маркшейдерского плана горизонта). В случае большого перерыва во времени между предшествующим и проектируемым взрывом положение бровок уступа и характерных плановых отметок на поверхности блока снимаются инструментально. Тогда маркшейдер вводит в компьютер данные съемки и автоматически на плане отрисовываются линии бровок и характерные точки.

Затем план взрывного блока поступает геологу, который дополняет его на основе цифрового геологического плана горизонта границами минерально-петрографических типов пород, разрывными нарушениями, элементами залегания пород и нарушений, а также присваивает каждому типу пород категорию буримости в соответствии с принятой на предприятии классификацией пород по этому показателю по шкале ЦБНТП.

Далее взрывник выполняет на плане блока его разбивку на участки по категориям взрываемости. При наличии карты взрываемости эта процедура осуществляется путем простого наложения на указанную карту контура блока и генерализации внутри блока границ участков до прямолинейной конфигурации. Если такой карты нет, то разбивка осуществляется по границам минерально-петрографических типов пород в соответствии с местной классификацией их по взрываемости.

После этого автоматически с соблюдением требований типового проекта к параметрам сетки скважин, их типу (вертикальная или наклонная) и глубине в зависимости от категории взрываемости пород, диаметра и конструкции заряда выполняется размещение скважин на плане блока (вначале первого ряда с расчетом сопротивления по подошве, потом – контурного ряда, а затем – внутренних рядов скважин), каждой скважине присваивается проектный номер, рассчитываются координаты устьев скважин (x,y,z) и проектные параметры (глубина и перебур).

Готовый проект бурения (план взрывного блока, на котором показаны его номер, фактическое положение бровок уступа, последний ряд скважин предшествующего взрыва, границы участков пород разных категорий буримости и взрываемости, скважины, их проектные номера и глубины, объем взрывного блока) распечатывается и после соответствующего утверждения передается для исполнения.

Реализация проекта бурения и сопутствующие производственные работы. В соответствии с проектом бурения маркшейдер выносит на местность скважины первого ряда (иногда и контурного ряда тоже) и границы категорий взрываемости, а буровой мастер с помощью рулетки разбивает на блоке сеть взрывных скважин. По мере обуривания блока осуществляется съемка скважин с присвоением им окончательного номера, измеряется фактическая глубина и обводненная часть скважин, проводится их опробование (химическое по шламу или геофизическое путем каротажа стенок скважин).

Проект взрыва блока. Данные съемки скважин и измерений их параметров вводятся с полевого журнала в компьютер, после чего автоматически рассчитываются координаты устьев скважин и формируются составляющие проекта взрыва блока: план расположения скважин и табличные материалы – технический (в целом по блоку) и корректировочный (по каждой скважине) расчет параметров взрывания, зарядные карты, в которых указываются номер и глубина скважины, длина забойки и масса заряда. Расчет массы заряда выполняется по схеме, предусмотренной типовым проектом. В заключение на плане блока интерактивно формируется схема коммутационной сети и автоматически рассчитываются интервалы замедления по каждой скважине.

По результатам заряжания скважин в зарядных картах указывается длина и масса заряда, длина забойки. Эти данные вводятся в компьютер и автоматически пополняются по факту таблицы показателей технического и корректировочного расчетов.

Для формирования базы данных эксплуатационного опробования готовится текстовый файл с номерами и координатами взрывных скважин.

Применение компьютерной технологии геолого-маркшейдерского обеспечения и проектирования буровзрывных работ на карьерах существенно снижает время на его проведение, выводит культуру горного производства на качественно новый уровень, координирует работу всех технических служб рудника, что в целом способствует улучшению взрывной подготовки горной массы и повышению безопасности буровзрывных работ.

**Список литературы**

Барон В.Л., Кантор В.Х. Техника и технология взрывных работ в США. – М.: Недра, 1989.

Медников Н.Н. Математические методы и модели в расчетах на ЭВМ. Учебное пособие. – М.: МГГУ, 1996.

Калашников А.Т. Автоматизированное проектирование буровзрывных работ. – В кн.: Комплексное развитие КМА. – Губкин: НИИКМА, 1987.

Калашников А.Т. Борзенков Л.А. Опыт применения программы математического моделирования взрывного разрушения ИВС-1. – "Горный журнал", 1986, №10.

Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород взрывом (взрывные технологии в промышленности), ч.II. Учебник для ВУЗов. 3-е изд. перер. и дополн. – М.: МГГУ, 1994.

Кутузов Б.Н. Современные тенденции в теории, технике и технологии взрывного разрушения пород. – В кн.: Материалы международной конференции "Взрывное дело-99". – М.: МГГУ, 1999.