

Т.Г. Николаева, Ю.В. Татарко

МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ И ПРОГНОЗ ОБВОДНЕННОСТИ БУРОВОГО БЛОКА НА КАРЬЕРЕ ОАО «ПОЛТАВСКИЙ ГОК»

Статья посвящена вдосконаленню маркшейдерського забезпечення та визначенню оптимальних параметрів буропідричних робіт на підставі прогнозу обводненості уступів кар'єру.

Статья посвящена совершенствованию маркшейдерского обеспечения и определению оптимальных параметров буровзрывных работ на основе прогноза обводненности уступов карьера.

The article is devoted perfection of providing of surveyor works and determination of optimum parameters of the blast-hole drillings on the basis of prognosis of presence of water of ledges of quarry.

В современных условиях, характеризующихся структурными изменениями рынков минерального сырья, появилась необходимость в совершенствовании основных методологических подходов к отработке карьеров, широком развитии предпроектных исследований и оценке эффективности проектных решений.

С учетом тенденций, складывающихся в открытой разработке (увеличение глубины ведения работ, поэтапная отработка глубоких карьеров, стесненность рабочей зоны, уменьшение ширины рабочих площадок) очевидно, что для достижения заданных целей недостаточно внести изменения только в существующую технику и технологию уступной отбойки, необходимо изменить методологию её проектирования.

Согласно существующей практике проектирования буровзрывных работ, собственно проектирование БВР начинается после установления пространственного положения, уровня обводненности пробуренных скважин. Оно заключается в корректировочном расчете скважинных зарядов и выборе схемы их коммутации. Проект обустройства выполняет вспомогательную функцию, в большинстве случаев фактически лишь задавая область возможного положения скважин и их ориентировочную глубину. При этом не реализуется в полном объеме весь потенциал информации о геологическом строении массива горных пород и геометрии уступа, которой располагают геологический и маркшейдерский отделы.

Решение проблемы улучшения качества взрывания обводненных массивов находится в прямой зависимости от полноты анализа и использования информации о свойствах, строении массива горных пород, необходимой для решения задач выбора оптимального местоположения и параметров зарядов.

Большой вклад в решение указанной проблемы внесли академики Н.В. Мельников, В.В. Ржевский, К.Н. Трубецкой, д.т.н. Е.Г. Баранов, О.Е. Власов, Г.П. Лемидюк, Э.И. Ефремов, Б.Н. Кутузов, В.М. Кузнецов, Ф.И. Кучерявый, В.И. Комашенко, В.Н. Мосинец, В.Н. Родионов, В.К. Рубцов, Н.Я. Репин, В.П. Тарасенко, А.Н. Ханукаев и другие ученые.

Теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено, что на увеличение обвод-

ненности взрывного блока существенно влияют: разрывные нарушения, трещиноватость (блочность массива). При взрывании промышленных блоков на рудных предприятиях не всегда учитываются гидрогеологические, инженерно-геологические, физико-географические, горнотехнические факторы.

Во-первых, это происходит вследствие недостаточно полного использования данных кернового разведочного бурения и документации бортов уступов в карьере.

Во-вторых, применяемые технологии взрывной отбойки не в полной мере учитывают природные особенности обрабатываемого горного массива.

До настоящего времени на большинстве отечественных карьеров полной компенсации снижения технико-экономических показателей при добыче полезного ископаемого с увеличением глубины разработки обеспечить не удается.

Рудные месторождения чрезвычайно разнообразны по горно-геологическим условиям, причем основные характеристики (такие, как мощность залежи, угол падения, крепость пород, трещиноватость, обводненность и т.п.) могут существенно изменяться в пределах даже небольшого участка одного месторождения.

Развитие и совершенствование технологии добычи на карьерах связано с повышением эффективности БВР, которые являются одной из важнейших составляющих современной технологии подготовки горной массы. В настоящее время разработаны методы, учитывающие физико-механические свойства горных пород, а также обводненность массива.

Разработка новых способов ведения массовых взрывов с учетом естественной нарушенности горного массива, физико-механических свойств взрываемых пород, трещиноватости и ориентировки трещин, изменения горно-геологических условий имеет важное научное и народно-хозяйственное значение.

Изучение обводненности массива позволит улучшить технико-экономические показатели горнодобывающих предприятий.

После определения закономерностей влияния различных факторов на обводненность скважин в массиве уступа возможно установить параметры бурово-

го блока, при которых обводненность буровзрывных скважин будет минимальной.

Экспериментальные исследования включают анализ и обобщение отечественного и зарубежного опыта, инструментальные измерения высоты столба воды в скважинах во времени, математическую обработку экспериментальных данных.

Анализ изученности вопроса показал:

В последнее время проводятся исследования, направленные на повышение эффективности буровзрывных работ, которые учитывают обводненность уступов карьеров [1].

Обобщающие работы, связанные с изучением факторов, влияющих на обводненность уступов, сводятся, в основном, к отдельным публикациям, которые посвящены наличию и интенсивности атмосферных осадков [2].

Внимание уделено изученности таких факторов, как трещиноватость, гранулометрический состав, блочность массива, место расположения блока, а также методикам проектирования БВР [3, 4]. Ни в одном научном источнике литературы нет изучения и прогноза обводненности уступов карьера во времени.

Обводненность – наличие подземных и поверхностных вод в условиях ведения горных работ при вскрытии и разработке месторождения. Обводненность характеризуется совокупностью факторов, определяющих сложность ведения горных работ, это: величина притока воды, величина пьезометрического напора воды над выработками, водоотдача пород, устойчивость пород по отношению к размывающему и растворяющему действию воды.

Факторы, влияющие на обводненность бортов карьеров, можно разделить на четыре группы: инженерно-геологические; гидрогеологические; физико-географические; горнотехнические.

Установлено, что на обводненность буровых блоков карьера Полтавского ГОКа влияют следующие факторы:

1. Структурно-тектоническое строение массива: разрывные нарушения северо-восточного и северо-западного простирания.

2. Повышение удельной трещиноватости бурового блока после применения БВР.

3. Снижение прочности горных пород в прибортовом массиве.

4. Климатические факторы: количество атмосферных осадков, интенсивность дождей, мощность снегового покрова. Максимальное значение высоты столба воды в марте, апреле, затем летне-осенний спад.

5. Гидрогеологические факторы: наличие водонесных горизонтов, величина притока воды, водоотдача пород.

6. Горнотехнические факторы: способы ведения БВР, высота и профиль борта, параметры элементов уступов, рядность скважин в буровом блоке.

Важность маркшейдерского обслуживания при производстве буровзрывных работ определяется тем, что по данным маркшейдерской службы обычно рассчитывают большую часть основных элементов (па-

раметров) массовых взрывов. К ним относятся: сопротивление по подошве уступа (w), расстояние между скважинами (l), величина перебура (p), величина заряда ВВ в скважине, характеристика забоя по высоте и характер залегания пород (рис. 1).

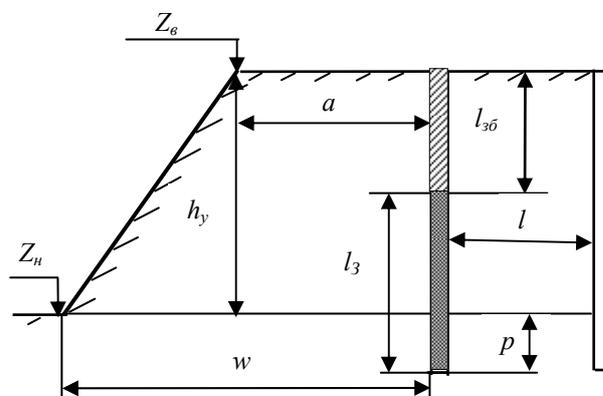


Рис. 1. Основные элементы уступа для расчета параметров массовых взрывов: a – расстояние от верхней бровки уступа до скважины; l_3 – длина заряда; $l_{3б}$ – длина забойки; h_y – высота уступа; β – угол откоса уступа; Z_6 , Z_n – отметки соответственно верхней и нижней бровки уступа, м

На проекте взрывного блока в масштабе 1:500 – 1:1000 (выкопировке с плана горных работ) указывают устья скважин, верхние, нижние рабочие площадки, откосы уступов, отметки бровок, границы блока, контакты полезного ископаемого и вмещающих горных пород, крупные трещины и геологические нарушения, границы взрывоопасной зоны (рис. 2). Проектные планы блоков сопровождаются вертикальными разрезами по линиям скважин (рис. 3) с указанием контура откосов и литологического состава пород [5].

Для проведения исследования на карьере ПГОКа были выбраны три буровых блока. После того, как пробурили все скважины, были выполнены замеры высоты столба воды дважды с интервалом 2-4 дня для каждого блока.

В каждую скважину до забоя опускают лот (груз массой 0,5 кг, привязанный к шнуру или стержню с отмеченными через 1 м глубинами). Полученные данные заносят в таблицу расчета скважинных зарядов.

Обычно измерения делают один раз перед заряданием блока взрывчатым веществом. Блок № –74-195 находится на горизонте –174 м в центральной части карьера. 80 скважин, пробуренных на уступе высотой 11-14 м, размещены в три ряда с сеткой 6×6 м. Их фактическая глубина изменяется от 13 до 16 м. Геологическая характеристика блока: K_2^3 – железистые кварциты с крепостью $f=17-18$ по шкале Протоdjяконова; K_2^3 н/к – железистые кварциты, $f=17$. В день выполнения измерений 16.09.2008 г. выпало 12 мм осадков, 17.09.2008 г. – 70 мм осадков, 18.09.08 г. – 22 мм.

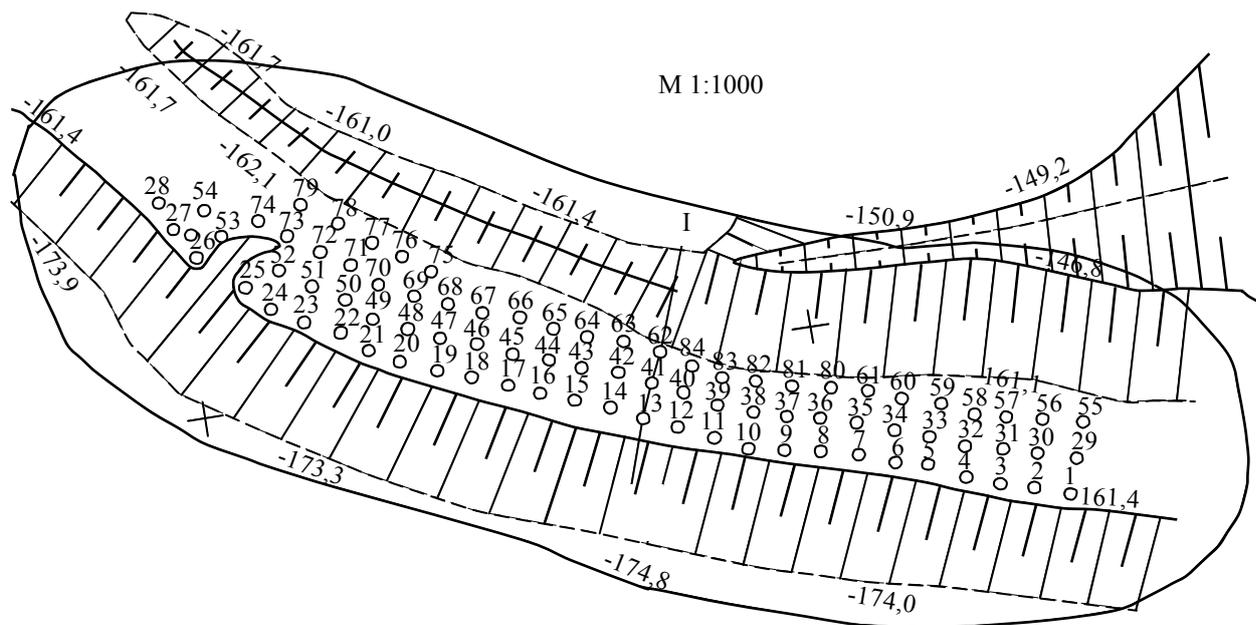


Рис. 2. Проектный план взрывного блока

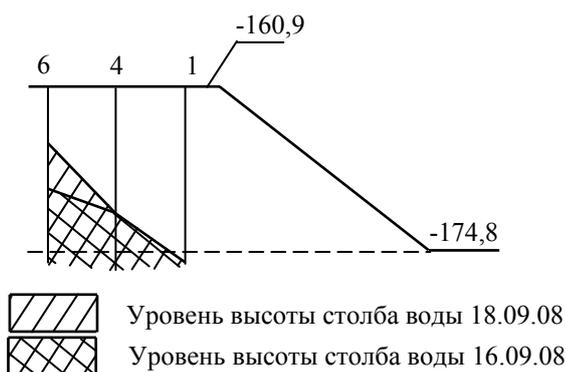


Рис. 3. Вертикальный разрез по линии I-I' с нанесенными уровнями воды 16.09.08 и 18.09.08

Блок № -66-214 расположен на горизонте -50 м в северо-восточной части карьера. 95 скважин, пробуренных на уступе высотой 12,5-15,5 м, размещены в один, два, три, четыре, пять рядов с сеткой 4×6 м. Их фактическая глубина изменяется от 14 до 17 м. Геологическая характеристика блока: K_2^3 – железистые кварциты с $f=17-18$; $K_2^3н/к$ – железистые кварциты с $f=17$.

При выполнении измерений высоты столба воды в блоке № 66-214 (12.12.2008 г. и 16.12.2008 г.) не было никаких осадков. Время между измерениями три дня.

Блок № -240-72 расположен на горизонте -240 м в центральной части карьера. 110 скважин, пробуренных на уступе высотой 11-12 м, размещены в два, три, четыре, пять, шесть рядов с сеткой 5×6 м. Их фактическая глубина изменяется от 14,5 до 19 м. Геологическая характеристика блока: K_2^3 – железно-слюдково-магнетитовые кварциты с $f=18-19$;

K_2^3 – железистые кварциты $f=17$. В скважинах перед первым (24.07.2008 г.) измерением было солнечно и без осадков. Перед вторым измерением (27.07.2008 г.) выпало 6 мм осадков.

По полученным данным установлено влияние исследуемых факторов на высоту столба воды в скважинах для различного количества рядов в блоке.

В программном обеспечении AutoCad, с применением линейной интерполяции, построены изолинии уровня воды и высоты столба воды в скважине. При этом выбрана высота сечения изолиний через 1 м (рис. 4).

Для проведения исследования по результатам предварительного анализа отобраны факторы, которые максимально влияют на обводненность бурового блока: высота уступа, глубина скважины, линия наименьшего сопротивления первого ряда и до каждого последующего ряда скважин, относительная обводненность скважин, рядность блока. По ним рассчитаны средние значения факторов для каждого ряда скважин методом среднего арифметического. Выполнен прогноз влияния различных факторов на изменчивость уровня воды в скважинах методом регрессии.

На рис. 5 показана закономерность влияния расстояния от нижней бровки уступа до ряда скважин на высоту столба воды для двух и шести рядов скважин. Характер влияния высоты столба воды существенно изменяется в зависимости от количества рядов в блоке. Коэффициент корреляции равен 1 при двух, трех рядах скважин.

Из графиков следует, что при увеличении рядности блока зависимость уменьшается. Так при шести рядах скважин он равен 0,82. Полученные зависимости использованы при разработке оптимальных параметров буровзрывных работ.

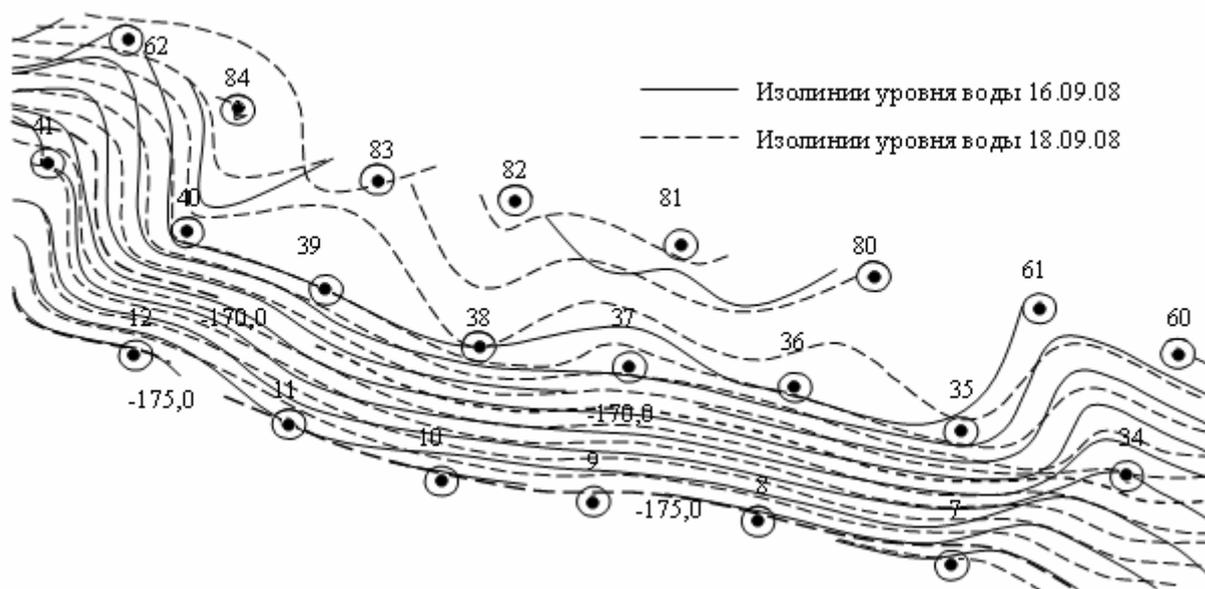


Рис. 4. Изолинии изменчивости уровня воды фрагмента блока №-174-195

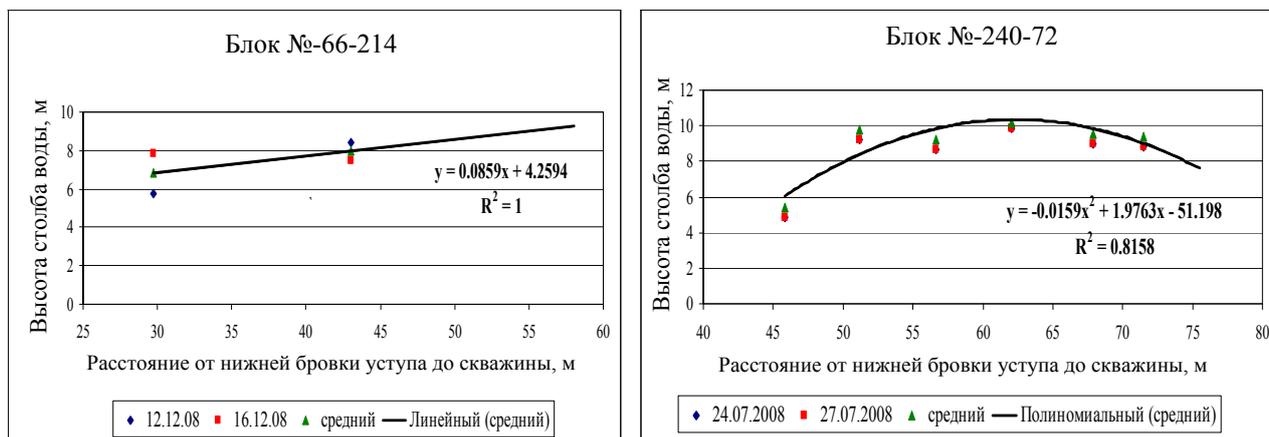


Рис. 5. Прогноз влияния расстояния от нижней бровки уступа до скважины на увеличение высоты столба воды при двух и шести рядах скважин в блоке

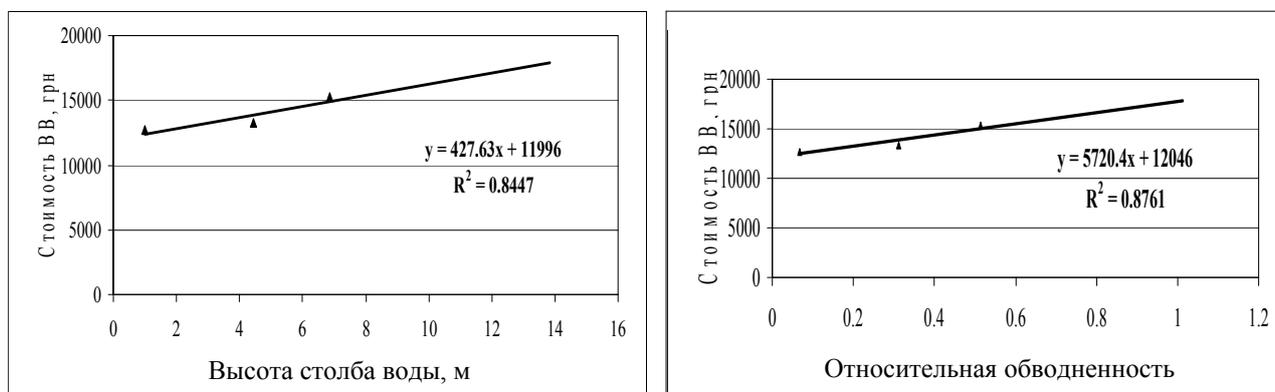


Рис. 6. Определение влияния относительной обводненности и высоты столба воды в скважине на стоимость взрывчатых веществ блока № 174-195

На стоимость БВР существенно влияет тип взрывчатого вещества, который выбирают по ре-

зультатам замеров воды в скважине. Проведен технико-экономический анализ и прогноз стоимости

ВВ по блоку № -174-195. Для достижения поставленной цели были рассчитаны затраты на взрывчатое вещество для каждого ряда исследуемого блока. Результаты расчетов стоимости ВВ для первого ряда скважин – 12,7 тыс. грн, для второго – 13,3 и для третьего – 15,3 тыс. грн.

Выполнен прогноз влияния высоты столба воды и относительной обводненности в скважинах на стоимость ВВ при увеличении рядности блока. Приведенные на рис. 6 (см. выше) зависимости имеют линейный характер. Коэффициент корреляции равен 0,94. Графики показывают, что при увеличении относительной обводненности на 25% (на 3 м) затраты на взрывчатые вещества вырастут на 15%.

Выводы

В статье приведено решение актуальной научно-практической задачи – повышения эффективности разработки месторождения буровзрывным способом на основании проведенного прогноза обводненности уступов карьера Полтавского ГОКа.

При выборе параметров бурового блока для уменьшения стоимости буровзрывных работ необходимо учитывать следующие рекомендации:

Придерживаться трехрядного расположения скважин в блоке.

Повышать интенсивность и производительность буровзрывных работ в летние и осенние месяцы, чтобы не было увеличения уровня воды за счет атмосферных осадков и подземных вод. Уменьшение влияния климатического фактора может снизить се-

бестоимость буровзрывных работ 1 м³ горной массы на 20-25%.

При увеличении рядности скважин в буровзрывном блоке высота уступа должна быть постоянной и находиться в пределах 11-14 м.

Принимать глубину скважины от 12 до 15 м и при увеличении рядности не изменять ее.

Учитывая рекомендуемые мероприятия по уменьшению обводненности скважин можно снизить затраты на 17%.

Список литературы

1. Исаченко О.С. Повышение эффективности буровзрывных работ // Горный журнал. – 2004. – № 7. – С. 50-54.
2. Исмаилов Т.Т. Оценка изменения физико-механических свойств пород при проходке карьера к проектной глубине // Сб. научн. тр. / НГАУ. – 2006. – № 7. – С. 33-38.
3. Гаркуша И.П., Куринной В.П. Общие закономерности зависимостей основных параметров буровзрывных работ от крепости и трещиноватости пород // Сб. научн. тр. / НГАУ. – 2004. – № 19, т. 1. – С. 61-66.
4. Лайхансерэн Б. Совершенствование буровзрывных работ на карьере «ЭРДЭНЕТ» // Горный журнал. – 2005. – № 1. – С.23-26.
5. Маркшейдерское дело / Оглоблин Д.Н., Герасименко Г.И., Акимов А.Г. и др. – М.: Недра, 1981. – 704 с.

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.О. Назаренком 19.10.09