© Ле Конг Кыонг, В.А. Кузнецов, 2012

УДК 622.026.5

Ле Конг Кыонг, В.А. Кузнецов

СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА УГОЛЬНЫХ КАРЬЕРАХ ВЬЕТНАМА

Рассмотрены инженерно-геологические и горнотехнические условия действующих и проектируемых угольных разрезов СРВ; охарактеризована существующая технология многорядного короткозамедленного взрывания скважинных зарядов ВВ; анализируются основные направления совершенствования БВР. Отмечена целесообразность внедрения взрывной перевалки вскрышных пород в выработанное пространство карьеров при пологом залегании угольных пластов.

Ключевые слова: открытая разработка месторождений, угольный разрез, буровзрывные работы, скважинные заряды, параметры БВР, Вьетнам.

Уголь во Вьетнаме является основным видом энергетического сырья. На территории страны известно около ста угольных месторождений и углепроявлений разной степени изученности.

Основные действующие угледобывающие предприятия расположены в северной части страны (рис. 1). Разведанные и предварительно оцененные запасы углей Вьетнама составляют более 220 млрд т, в том числе каменного около 11 млрд т и бурого — 210 млрд т. Каменноугольный бассейн Куангнинь на северо-востоке страны (запасы каменного угля –10,5 млрд т); буроугольный бассейн Шонгхонг (прогнозные запасы бурого угля — 210 млрд т) и угольные месторождения в районе Нойдиа на севере страны (запасы угля составляют 400 млн т) [1].

В последние годы добыча угля во Вьетнаме стремительно растёт: в период с 2001 по 2010 г. она увеличилась в три раза, составив в 2010 г. 43 млн т. В 2015 г планируется довести добычу угля до 60—65 млн т [2]. Основная добыча сосредоточена в бассейне Куангнинь.

Для выполнения программы увеличения угледобычи, вьетнамская государственная угольная корпорация (VINACOMIN) рекомендует своим филиалам строительство новых и реконструкцию действующих карьеров. Значительное улучшение показателей работы действующих месторождений предполагается достигнуть за счет их дальнейшего перевооружения на основе комплексной механизации, внедрения новой техники и технологии.

В настоящее время 20—22 млн т вьетнамского угля добывается открытым способом, что составляет 45—50 % от общей добычи. При этом около 16 млн т/год обеспечивают крупные угольные разрезы, которые расположены преимущественно в провинциях Камфа, Хонгай, Лангшон и Тхайнгуен.

Текущий коэффициент вскрыши на данных разрезах находится в пределах 8,3—10,1 $м^3/т$, годовой объём вскрышных пород достигает 190 млн $м^3$. По мере отработки месторождений текущий коэффициент вскрыши увеличится до 13,0—14,0 $м^3/т$, соответственно, возрастут и объёмы вскрыши.

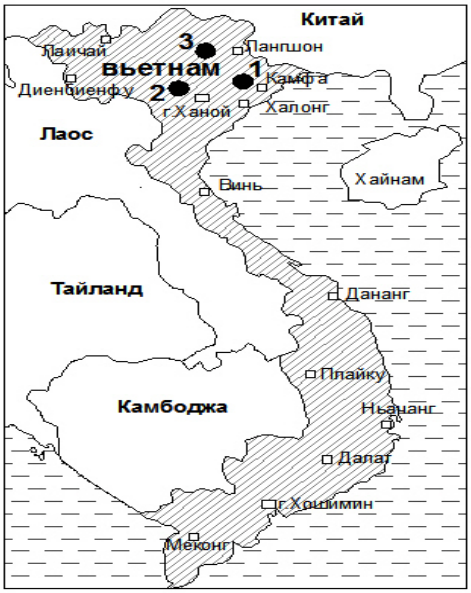


Рис. 1. Местонахождение основных месторождений угля в СРВ: *1* — Каменноугольный бассейн Куангнинь; *2* — Буроугольный бассейн Шонгхонг; *3* — Угольные месторождения Нойдиа

В геологическом строении месторождений СРВ принимают участие породы Палеозойской, Мезозойской и Кайнозойской групп. Вмещающие угленосные отложения представляют собой сложную складчатую систему, из ряда крупных антиклинальных и синклинальных складок, осложненных разрывными нарушениями — сбросами и надвигами. Угольные пласты и вмещающие породы имеют сложное строение, не выдержаны по мощности и характеризуются значительной нарушенностью (рис. 3).

Объемная плотность пород составляет 2,4—2,7 т/м^3, угол падения слоев пород составляет 5—70°, угол внутреннего трения колеблется от 20 до 35^0, сцепление составляет 23-34 МПа, среднее расстояние между естественными трещинами 0,1—1,5 м (I—IV категории трещиноватости по МВКВД). Вмещающие породы отличаются высокой крепостью (коэффициент крепости по М.М. Протодьяконову f = 8—11, поэтому для их эффективной разработки необходимо предварительное буровзрывное рыхление.

Коэффициент крепости углей f < 4, угольные пласты разрабатываются без буровзрывной подготовки.

На вскрышных работах используются электрические и гидравлические одноковшовые экскаваторы ЭКГ-5А, ЭКГ-8И, CAT 385B, PC1250 с ковшами вместимостью 3,5—12 м^3. Транспортирование вскрышных пород осуществляется автосамосвалами БелАЗ 7555B, CAT 777D грузоподъёмностью 30—100 т.

Высота вскрышных уступов составляет 10—15 м; ширина рабочих площадок — 25—50 м; ширина транспортных съездов — 13—16 м; угол откоса уступов — 60—70°; угол откоса рабочего борта — 22—30°.

Климат Вьетнама тропический с малыми амплитудами температур воздуха, большим количеством осадков,

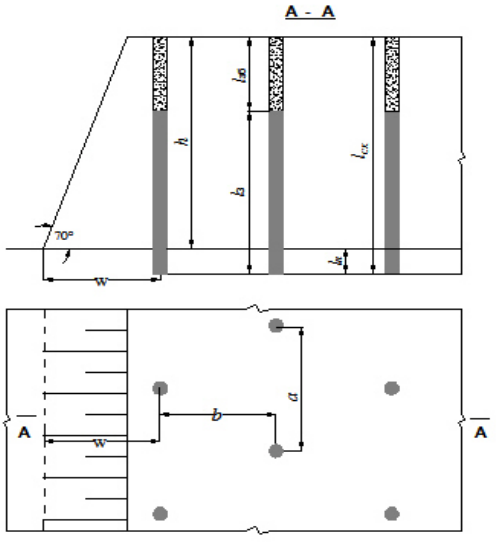


Рис 2. Схема расположения скважин на уступе

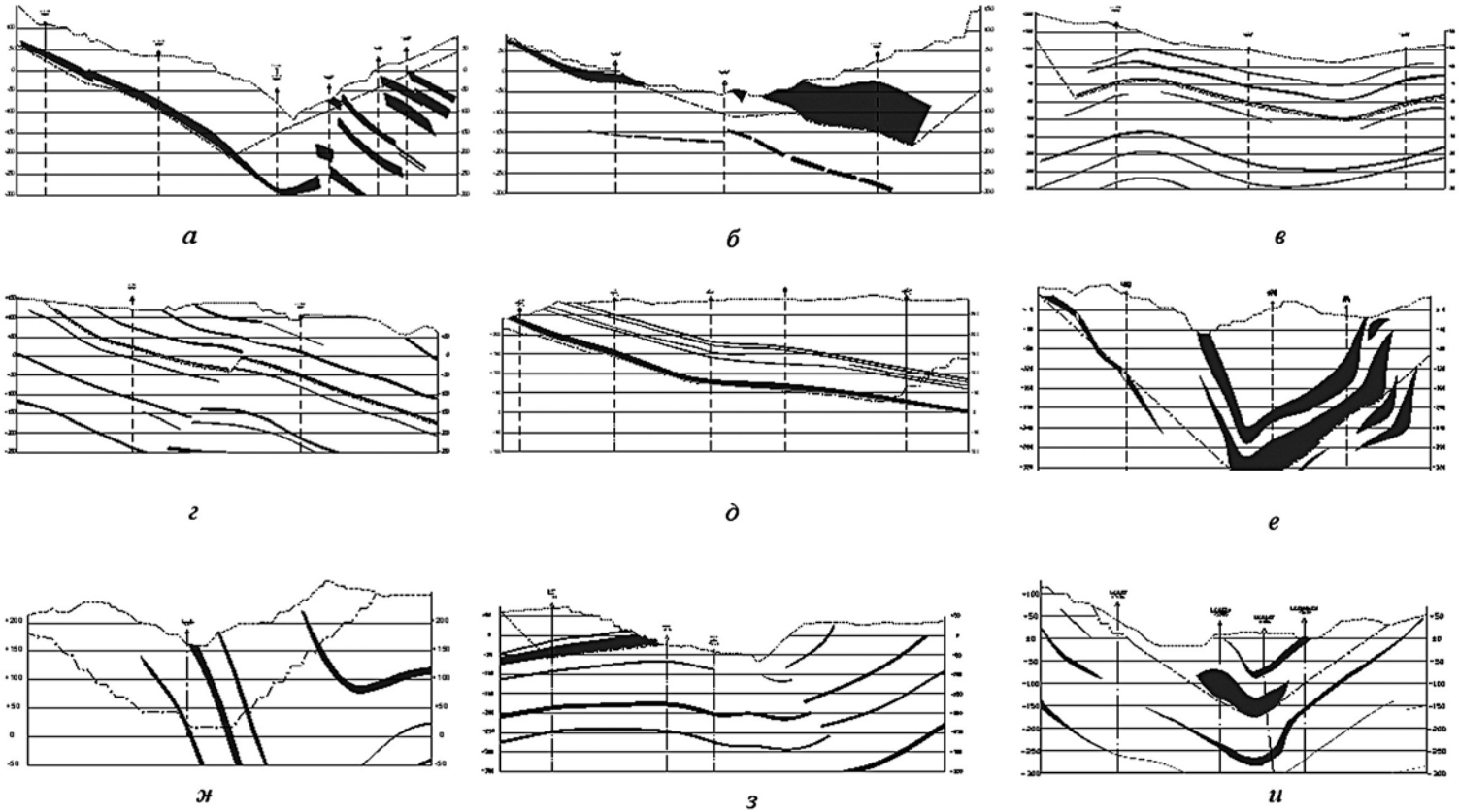


Рис. 3. Поперечные геологические разрезы угольных месторождений Вьетнама: *а* — разрез Деонай; *б* — разрез Кокшау; *в* — разрез Каошон; *г* — разрез Дамай; *д* — разрез Назыонг; *е* — разрез Ханьхоа; *ж* — разрез Хату; *з* — разрез Нуйбео; *и* — разрез 917-Хонгай

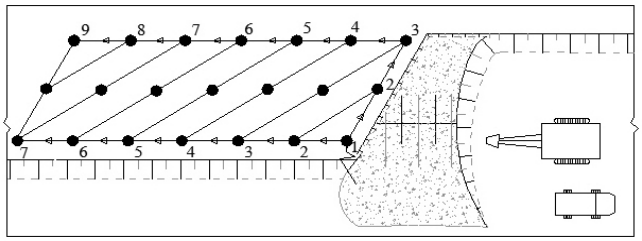


Рис. 4. Типичная диагональная схема короткозамедленного взрывания скважинных зарядов на угольных разрезах СРВ

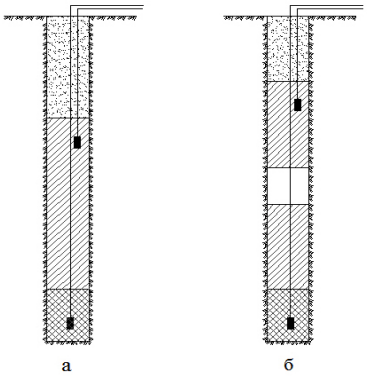
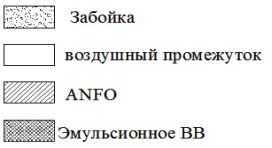


Рис. 5. Конструкция зарядов ВВ в скважине: *а* — со сплошной зарядной колонкой; *б* — с воздушным промежутком



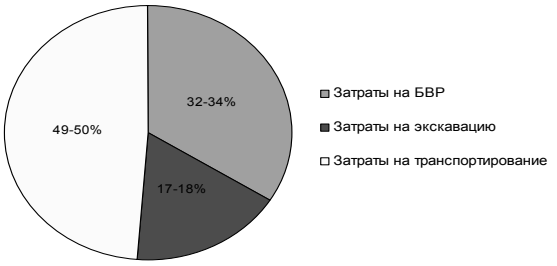


Рис. 6. Удельный вес затрат на БВР, экскавацию и транспортирование в общих суммарных затратах на разработку 1 м^3 вскрыши на угольных карьерах СРВ

высокой влажностью. Годовое количество осадков, выпадающих во Вьетнаме, изменяется от 1701 до 2819 мм и составляет в среднем 1826 мм. Большое количество осадков определяет высокую обводнённость разрабатываемых массивов горных пород.

Буровзрывные работы на угольных карьерах Вьетнама выполняются в сложных горно-геологических условиях характеризующихся наклонным залеганием угольных пластов, высокой обводнённостью взрываемых пород и большой крепостью. Объёмы скальных горных пород, нуждающихся в буровзрывном рыхлении, составляют 60—90 % от объёмов вскрыши. Общий объём буровзрывных работ на разрезах СРВ в 2010 г. составил 120 млн м^3, к 2015 г. предполагается его увеличение до 130 млн м^3.

Для бурения взрывных скважин на разрезах СРВ используются электрические и дизельные станки вращательного и ударно-вращательного бурения. Диаметр скважин от 160 мм до 250 мм.

Общая масса используемых ВВ составляет около 70 тыс. т в год. В номенклатуре ВВ преобладает ANFO (примерно 75 %). Около 25 % приходится на долю водостойких ВВ (эмульсионные составы NT-13, EE-31 и TFD-15, которые производятся специализированной вьетнамской горно-химической компанией).

На угольных карьерах Вьетнама используются диагональные схемы короткозамедленного взрывания многорядных скважинных зарядов. Взрывные скважины располагаются в 3—4 ряда (рис. 2). Интервалы замедления при короткозамедленном взрывании изменяются в пределах 17—42 мс. Типичная схема инициирования представлена на рис. 4 (цифрами показана очередность взрывания зарядов).

Параметры взрывных работ на разрезах Вьетнама

Параметры	Единицы измерения	Количество
Диаметр скважин	мм	160 — 250
Высота уступа	м	10 — 15
Угол откоса уступа	градусы	60 — 70
Угол наклона скважин к горизонту	градусы	60 — 90
Линия сопротивления по подошве	м	5,0 — 7,5
Расстояние между скважинами в ряду	м	6,0 — 9,0
Расстояние между рядами скважин	м	5,0 — 7,5
Количество рядов скважинных зарядов	ряд	3 — 4
Глубина перебура	м	1,0 — 2,0
Глубина скважин	м	11,0 — 17,0
Масса заряда в скважине	кг	205 — 495
Величина воздушного промежутка	м	1,0 — 2,0
Длина забойки	м	4,0 — 7,0
Длина заряда	м	7,0 — 10,0
Удельный расход	кг/м^3	0,3 — 0,6
Удельный расход бурения	м/м^3	0,037 — 0,25

Количество воды в скважинах достигает 50—70 %. По мере отработки месторождений с увеличением глубины разрезов обводнённость взрывных скважин возрастает.

Буровзрывные работы в условиях высокой обводнённости сопряжены с известными трудностями — стойкость бурового инструмента и производительность буровых станков снижаются на 20—25 %, ухудшается устойчивость взрывных скважин, снижается коэффициент их использования вследствие заиливания, увеличивается время подготовки взрывных блоков к массовым взрывом.

При заряжании обводнённых скважин осуществляется их предварительное осушение с помощью погружных насосов. Донная часть осушенных скважин на 1—1,5 м заполняется эмульсионным ВВ NT-13 или EE-31; остальная часть — неводостойким зарядом ANFO (рис. 5). Помимо зарядов со сплошной колонкой ВВ, в ряде случаев при взрывании крупноблочных пород IV—V категорий трещиноватости используются заряды с воздушными промежутками.

Основные параметры взрывных работ на угольных карьерах Вьетнама отражены в таблице.

Затраты на разработку 1 м^3 вскрыши на угольных карьерах СРВ составляют 65—67,7 рублей, в том числе затраты на БВР 21—23 руб. (32—34 %), экскавацию — 17—18 %, транспортирование — 49—50 %.

В настоящее время во многих странах мира используется бестранспортная система разработки с взрывной перевалкой вскрыши в выработанное пространство карьера и технология взрывания обводненных массивов горных пород с применением простейших неводостойких ВВ, заряжаемых в полиэтиленовые рукава.

Заслуживает внимания опыт Кузбасских взрывников в России [5], осуществивших частичную замену дорогостоящего дизельного топлива в составе гранулитов более дешевым измельченным углем. Как показывает простой расчёт, годовой эффект такой замены для разреза с расходом ВВ 20.000 т в год составляет примерно 700.000 долл. США. В целом на угольных разрезах Кузбасса, ис-

пользование простейших ВВ местного приготовления (гранулит УП), заряжаемых в полиэтиленовые рукава позволяет снизить затраты на БВР на 20—25 %.

Основные направления совершенствования БВР на разрезах СРВ

Анализ существующих тенденций в развитии взрывных технологий в горном деле позволяет выделить следующие основные направления совершенствования БВР в инженерно-геологических и горно-технологических условиях разработки угольных месторождений Вьетнама:

• При пологом (до 14—16^0) залегании угольных пластов, учитывая большую величину затрат на транспортирование вскрыши, представляется целесообразным внедрить частичную взрывную перевалку вскрышных пород в выработанное пространство карьеров; при этом коэффициент сброса, как показывают исследования проф. Репина Н.Я. [3, 4], может достигать 30—40 %;

• Учитывая значительные объёмы взрывания обводнённых пород на разрезах СРВ, необходимо в дополнение к использованию эмульсионных составов использовать простейшие неводостойкие ВВ, заряжаемые в полиэтиленовые рукава;

• Для сокращения затрат на БВР целесообразно разработать и внедрить простейшие аммиачно-селитренные ВВ местного приготовления с частичной заменой дизтоплива более дешевой горючей добавкой в виде измельченного угля (по аналогии с гранулитом УП);

• Перспектива внедрения элементов циклично поточной технологии на угольных разрезах СРВ определяет необходимость полноценного экспериментального изучения интенсифицированного взрывного дробления вскрышных пород с уменьшением среднего размера куска взорванной массы до 150—200 мм;

• Ввиду постепенного увеличения объёмов горных работ, мощности карьерных экскаваторов и транспортных средств, необходимо исследовать эффективность БВР при увеличении высоты вскрышных уступов до 25—30 м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Угольные* ресурсы Вьетнама, Ханой, 2010. — Институт науки и технологии бурения (на вьетнамском языке).

2. *О стратегии* развития угольной промышленности до 2015 г. и ориентации развития до 2025 г., Постановление правительства СРВ, N^{0}89/2008/QĐ-TTg, Ханой, 07.08. 2008 (на вьетнамском языке).

3. *Репин Н.Я.* Подготовка горных пород к выемке. — М.: Изд-во МГГУ, 2009. — 187 с.

4. *Репин Н.Я.* Буровзрывные работы на угольных разрезах. — М.: Недра, 1987. — 254 с.

5. *Белов В.И, Горковенко В.П, Матренин В.А.* — Гранулиты уп-1 и нк: изготовление и использование — Горный журнал, N^{0}11—12, 1996. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Ле Конг Кыонг — аспирант,
Кузнецов В.А. — доктор технических наук, профессор,
Московский государственный горный университет, e-mail: ud@msmu.ru.