

УДК 622.271.48

Т.Н. Гвоздкова

СТРУКТУРЫ БЕСТРАНСПОРТНЫХ СХЕМ РАЗРАБОТКИ СВИТ ИЗ ТРЕХ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ

Основным направлением повышения конкурентоспособности Кузнецких углей, добываемых открытым способом, является снижение затрат на вскрышные работы.

На разрезах южного Кузбасса разрабатываются свиты пологих пластов с использованием бестранспортной технологии на вскрышных работах. Карьерные поля участков горных работ разрабатываются комбинированно: нижняя часть карьерного поля на высоту 32-44 м отрабатываются по низкозатратной бестранспортной технологии (себестоимость 1 м³ вскрыши составляет 22-24 руб. за 2005 г.), верхняя часть – по высокозатратной транспортной технологии (себестоимость 1 м³ вскрыши на автотранспорт составляет 33-44 руб.; на железнодорожный транспорт – 63 руб.) с применением межлопат ЭКГ-10, ЭКГ-12,5, ЭКГ-20 и карьерных автосамосвалов грузоподъемностью 80-180 т.

Изыскание путей увеличения объемов породы, переваливаемой во внутренний отвал на этих месторождениях, является актуальной задачей.

Одним из таких направлений является увеличение вместимости внутренних отвалов, что повлечет увеличение высоты отрабатываемой породной толщи.

В настоящее время для отработки указанной выше породной толщи используются драглайны ЭШ 15.90, ЭШ 20.90, ЭШ 40.85 с радиусом разгрузки 82-83 м, что позволяет размещать породу в трехъярусные отвалы.

Предлагается для увеличения вместимости внутренних отвалов отсыпать четырехъярусные отвалы, что даст возможность увеличить высоту разрабатываемой породной

толщи на 23-27 м при использовании действующих экскаваторов.

Разрабатываемые на месторождениях южного Кузбасса свиты содержат 3-5 пластов, из них по бестранспортной технологии отрабатываются два нижних.

Для выявления структуры забойной стороны в случае увеличения высоты отрабатываемой породной толщи произведен статистический анализ параметров залегания пластов в свитах, включающих три пласта. Угол залегания пластов находится в пределах 5,8-9,9°; мощность нижнего пласта – 5,2-10,4 м, среднего пласта 8,4-11,6 м, верхнего пласта 3,1-9,7 м; мощность нижнего междуупластия – 4,8-34,8 м, среднего междуупластия – 13-40 м; выше третьего пласта высота породной толщи составляет от 35 м до 100 м и более.

Анализ показал особенность строения свиты из трех пластов, заключающуюся в том, что суммарная мощность нижнего и среднего междуупластия, независимо от положения среднего пласта в свите, относительно стабильна и составляет 49-52 м. Это позволяет рассматривать породную толщу от почвы верхнего (третьего, считая от самого нижнего) до кровли нижнего пласта как горный массив стабильной высоты, разделяемый средним пластом на междуупластия разной мощности на отдельных геологических участках.

Для характеристики строения свиты на геологических участках введен показатель τ , характеризующий положение среднего пласта в свите:

$$\tau = H_2 / H_1 \quad (1)$$

где τ – показатель строения сви-

ты из трех пластов, H_1 – мощность нижнего междуупластия, м; H_2 – мощность верхнего междуупластия, м.

На основе выявленной особенности строения свит осуществлен единый методический подход к разработке структур схем экскавации для всех геологических участков.

В [1, 2] показано, что вместимость внутренних отвалов зависит от схемы отвалообразования при отсыпке четырехъярусных отвалов. В указанных работах схемам отвалообразования присвоены индексы: 01 – для схем, при которых емкость отвальных ярусов образуется при выемке предыдущей вскрышной заходки; 02 - подготовляется дополнительная емкость для второго яруса; 03 – то же для третьего яруса; 04 – то же для второго и третьего ярусов.

Установлено, что при максимально допустимой высоте внутренних отвалов 110 м (по ИГД им. А.А. Скочинского) высота толщи породы, укладываемой во внутренний отвал, может составлять 90 м.

Драглайны с радиусом разгрузки 82-83 м могут отработать породную толщу высотой 77-80 м с отсыпкой четырехъярусного отвала.

Сопоставление полученных значений высоты породной толщи при отсыпке четырехъярусных отвалов показало, что увеличение высоты породной толщи, в зависимости от радиуса разгрузки отвального драглайна, составляет: для схемы отвалообразования (01) – 18-25 м; (02) – 22-26 м; (03) – 21-22 м; (04) – 17-21 м.

Поскольку в настоящее время отрабатывается свита из двух пластов с общей мощностью породной толщи 49-52 м,

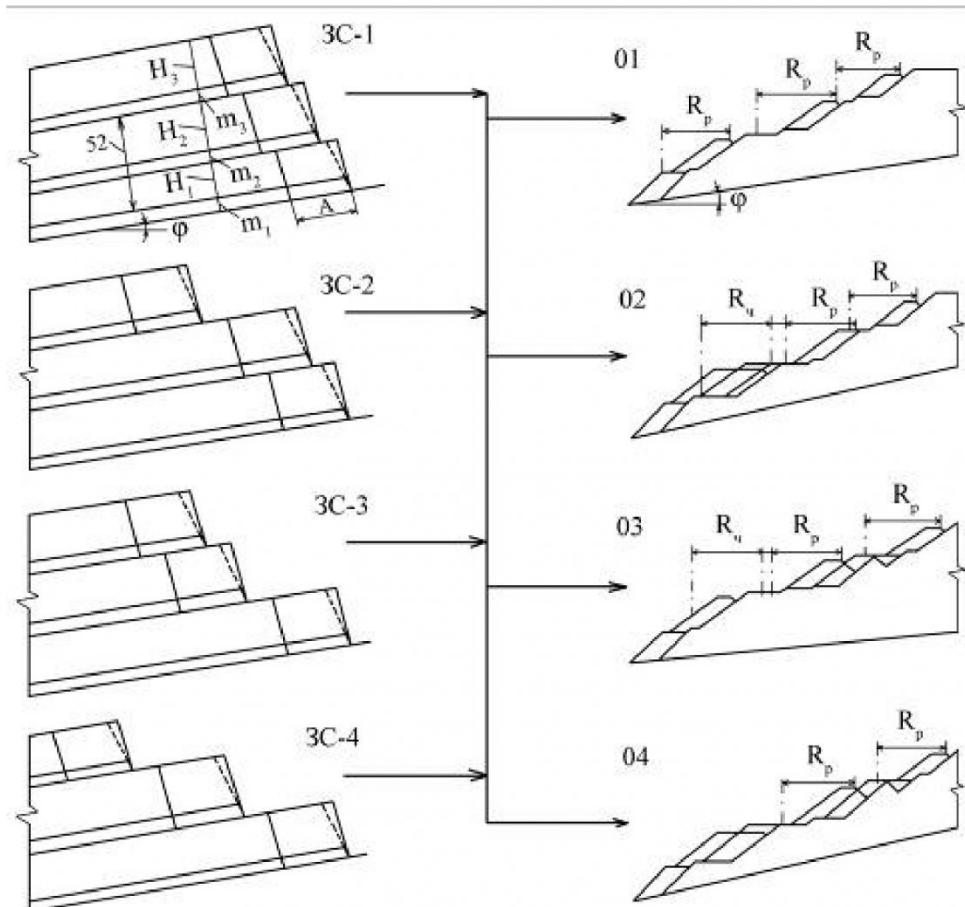


Рис. 1. Исходное положение модели разработки свиты из трех пологих угольных пластов

то дополнительный уступ необходимо нарезать над третьим (верхним) пластом свиты. Таким образом, появляется задача обоснования структуры схем экскавации для разработки свиты из трех пологих пластов.

Решение задачи произведено на базе графо-аналитической модели разработки свиты из трех пологих угольных пластов (рис. 1).

Забойная сторона модели (обозначенная «3С») включает варианты разработки свиты из трех пологих пластов: 3С-1 – последовательная сверху вниз разработка породных уступов без смещения их в поперечном соотношении относительно друг друга; 3С-2 – смещение верхнего уступа относительно среднего на ширину буровзрывной заходки; 3С-3 – смещение верхнего и среднего уступа относительно нижнего на ширину заходки; 3С-4 – все три уступа смещены относительно друг

друга на ширину заходки.

Идеализация этого элемента модели состоит в следующем. Первый (нижний) и третий (верхний) пласты стационарны, расстояние между ними (от почвы верхнего пласта до кровли нижнего) постоянное и ровное 52 м, что принято согласно статистического анализа залегания рассматриваемых свит. Средний пласт имеет переменное положение, которое фиксируется значением показателя τ . Высота уступа прирезки (H_3) задается в пределах от 10 м до $H_{3, max}$, где

$$H_{3, max} = H_{34} - H_1 - H_2 \quad (2)$$

Мощность пластов m_i (m_1, m_2, m_3) и угол их залегания (ϕ) приняты по результатам статистического анализа параметров залегания пластов в свитах и в этих пределах произведено моделирование.

В соответствии с исходным положением модели, можно

получить 16 вариантов схем экскавации: 3С-1 (01, 02, 03, 04), 3С-2 (01, 02, 03, 04), 3С-3 (01, 02, 03, 04), 3С-4 (01, 02, 03, 04). В каждом из этих вариантов можно, в свою очередь, выделить подварианты по значению показателя τ . При моделировании, в соответствии с реальным строением свиты на геологических участках, принято 7 значений τ : 0,3; 0,53; 1,0; 1,89; 3,33; 4,78; 6,4. Таким образом было рассчитано и построено 112 экспериментальных схем экскавации.

Решение задачи по разработке структур схем экскавации связано с анализом перевалки породной массы экскаватором от трех вскрышных уступов до отвальных ярусов.

В таких задачах процесс перевалки породы разделяется на отдельные статические этапы, каждый из которых решается методами классической геометрии.

При таком методическом подходе забойная и отвальная стороны в предлагаемой модели являются начальным и конечным статическим этапом. Динамика породы между этими этапами будет зависеть от способа разработки забойной стороны, параметров залегания пластов, ширины буровзрывной заходки, вида схемы отвалообразования, рабочих параметров драглайна, что и определит структуру схемы экскавации.

Выделено 4 группы этапов, отличающиеся по своему технологическому содержанию: а) подготовка вскрышных пород к выемке буровзрывным способом, в графической интерпретации представленная профилем развала каждого вскрышного уступа; б) разработка развала породы вскрышных уступов; в) подготовка дополнительной емкости для отвальных ярусов; г) перевалка породы из нижележащего в вышележащий ярус.

При разработке структур схем экскавации учитывались параметры развалов вскрышных уступов, которые определялись по методике [3].

На основе анализа технической возможности производства выемочных работ для системы из трех вскрышных уступов на забойной стороне принята следующая последовательность взрываивания вскрышных уступов: схема ЗС-1 – первым взрывается верхний уступ, затем средний и последним нижний; схема ЗС-2 – первым взрывается средний уступ, затем верхний, вследствие чего образуется один сдвоенный развал, и последним взрывается нижний уступ; схема ЗС-3 – первым взрывается нижний уступ с формированием развала на свободной поверхности отвальной заходки, затем взрывается верхний уступ и последним – средний уступ; схема ЗС-4 – первым взрывается средний уступ, затем верхний, образую единый развал, а последним взрывается нижний уступ.

Такой порядок взрывания

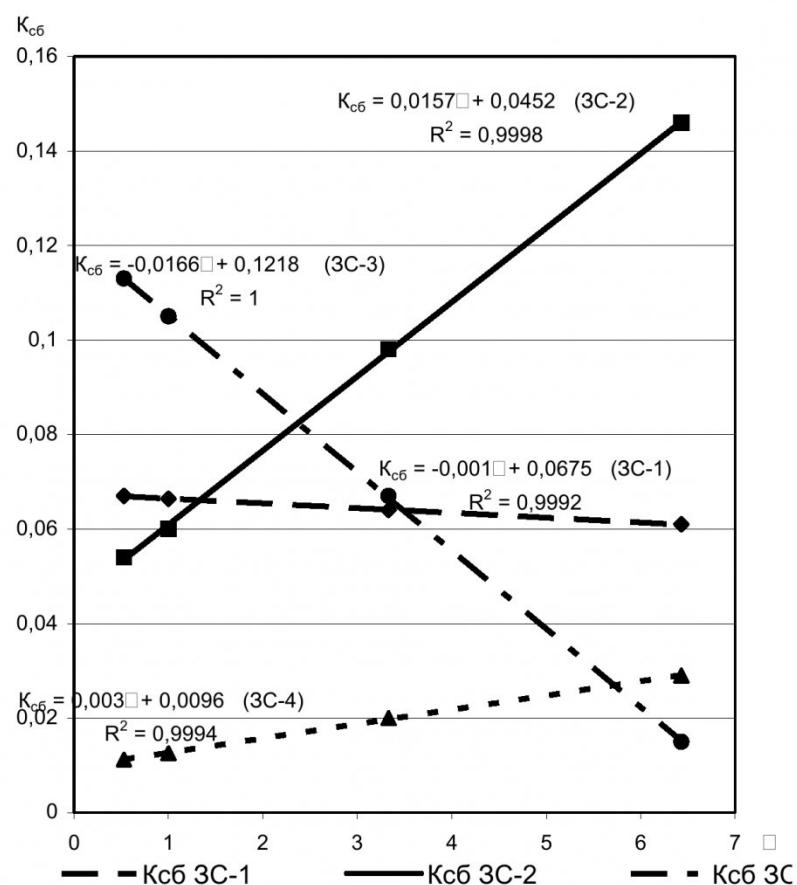


Рис. 2. Зависимость коэффициента взрывного сброса (K_{cb}) от показателя τ и схемы разработки забойной стороны

породных уступов определил различное значение коэффициента взрывного сброса K_{cb} (рис. 2).

Наибольшие значения показателя τ обеспечиваются при схемах разработки забойной стороны ЗС-3 (при $\tau = 0,3\text{--}2,0$) и ЗС-2 (при $\tau = 2\text{--}6,4$).

Путем обобщения экспериментальных схем экскавации установлены особенности разработки свит из трех пологих пластов.

1. Выделена роль второго яруса отвала, который является своеобразным промежуточным «бункером» и через который порода из забойной стороны передается в вышележащие третий и четвертый ярусы. При этом передаточным средством является драглайн, устанавливаемый на рабочей площадке между третьим и четвертым ярусами.

При такой роли второго яруса объем выемки породы на забойной стороне не должен превышать свободной емкости во втором ярусе (вместимость «бункера»), иначе не вместившаяся порода будет образовывать промежуточный навал, подлежащий дальнейшей переэкскавации.

Такой порядок разработки породы на забойной стороне позволяет минимизировать коэффициент переэкскавации.

2. Установлено два вида схем экскавации при любом порядке разработки забойной стороны, которые отличаются последовательностью и количеством выполнения этапов горных работ, и определяются соотношением

$(S_3 + S_2) \geq / \leq (E_{\alpha 1} + E_{\alpha 2})$ (3)
где S_3, S_2 – соответственно, площадь сечения верхнего и среднего породных уступов в

разрыхленном виде, м²; $E_{я1}, E_{я2}$ – соответственно, вместимость первого и второго ярусов, м².

Если $(S_3 + S_2) \leq (E_{я1} + E_{я2})$, то заполнение первого яруса осуществляется одним рабочим ходом драглайна (за один этап) с обнажением откоса уступа по нижнему междуупластю, что позволяет начать добывчные работы по среднему пласту, а затем буровзрывные работы по нижнему междуупластю.

Если $(S_3 + S_2) > (E_{я1} + E_{я2})$, то порода на забойной стороне разрабатывается за 4 рабочих хода драглайна (схемы ЗС-1, ЗС-3) или 3 хода (ЗС-2, ЗС-4) для обнажения откоса нижнего уступа. Только после выполнения этих рабочих ходов экскаватора можно будет начинать добывчные работы по среднему пласту, и затем – буровзрывные работы по нижнему уступу.

Для распознавания вида структуры схемы экскавации определяется граничное значение показателя $\tau - \tau_{ep}$. Показатель τ_{ep} находится из условия $(S_3 + S_2) = (E_{я1} + E_{я2})$ и определяется по формуле:

$$\tau_{ep} = \left[\left(\frac{E_{я1} + E_{я2}}{A \cdot K_p} - H_3 \right) \right] \cdot H^{-1}. \quad (4)$$

При $\tau \leq \tau_{ep}$ имеет место первый вид схемы экскавации, при $\tau > \tau_{ep}$ – второй вид.

3. При получении на забойной стороне высокого развала в результате объединения породы верхнего и среднего уступов (схемы ЗС-1, ЗС-3) при $\tau > \tau_{ep}$ целесообразно отдельным ходом драглайна понижать высоту развала с созданием широкой рабочей площадки, позволяющей осуществлять дальнейшую разработку породы на забойной стороне без создания дополнительных рабочих трасс и осуществлять выемку породных объемов в соответствии с величиной свободной емкости во втором ярусе.

4. В схемах отвалообразования (02) и (04) технически неосуществимо заполнение вто-

рого яруса в проектных контурах из-за: а) значительной его ширины (с учетом ширины дополнительно подготавливаемой емкости), составляющей 78–82 м для драглайнов с длиной стрелы 90–100 м; б) необходимостью осуществлять подрезку откоса первого яруса, для чего драглайн должен быть смешен в сторону забойной стороны на 2–15 м относительно верхней бровки первого яруса.

Для заполнения второго яруса в проектных контурах

на одной достаточно сложной схеме.

В схемах экскавации для свиты из трех пологих пластов и при отсыпке четырехярусных отвалов в зависимости от условий залегания пластов, схем разработки забойной стороны и отвалообразования число рабочих ходов экскаваторов составляет 7–8. Отображение всех ходов в комплексе представляет сложную и трудно воспринимаемую схему.

Предлагается графическое

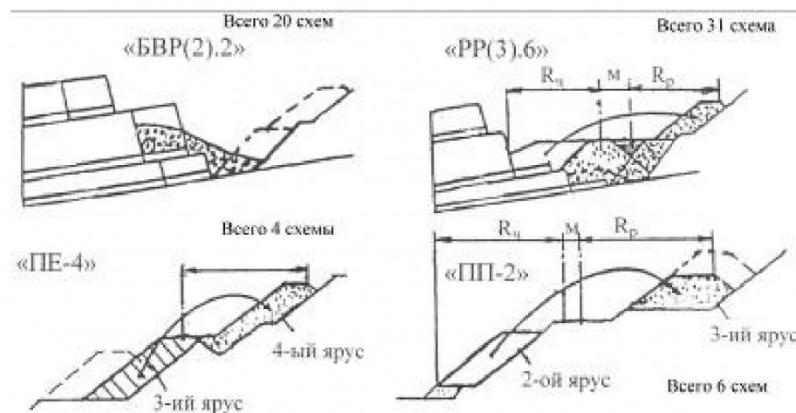


Рис. 3. Примеры типовых элементов схем экскавации

выполняется дополнительный ход экскаватора по переэкскавации необходимого объема, что увеличивает коэффициент переэкскавации схемы и вводит дополнительный этап производства горных в структуру схем экскавации.

Особо решен вопрос о форме представления схем экскавации.

Существующие схемы экскавации для разработки свиты пологих пластов с отсыпкой трехярусных отвалов имеют число рабочих ходов 3–5. Все они представляются комплексно

изображение сложных схем экскавации, которое представлено в виде последовательного ряда типовых элементов (этапов) производства горных работ.

В разработанных схемах экскавации выделено, в зависимости от их структуры, 10–11 типовых элементов. Из них 3 этапа представляют расчет и построение профиля развала по каждому из уступов, а 7–8 этапов определяют порядок перемещения породы от забойной стороны до ее укладки в отвальные ярусы.

Таблица
Структурные формулы для схемы экскавации ЗС-3 (03)

Условие	Структурная формула
$\tau \leq \tau_{ep}$	$\begin{aligned} & \text{БВР(3).1} \rightarrow \text{БВР(3)} \\ & \text{ПЕ} - 4 \\ & \rightarrow \text{PP(3).1} \rightarrow \text{БВР(3).5} \rightarrow \text{PP(3).3} \rightarrow \\ & \rightarrow \text{PP(3).5} \rightarrow \text{ПП} - 2 \rightarrow \text{PP(3).7} \rightarrow \text{ПП} - 4 \rightarrow \text{PP(3).7} \end{aligned}$
$\tau > \tau_{ep}$	$\begin{aligned} & \text{БВР(3).2} \rightarrow \text{БВР(3).4} \\ & \text{ПЕ} - 4 \\ & \rightarrow \text{PP(3).2} \rightarrow \text{БВР(3).6} \rightarrow \text{PP(3).4} \rightarrow \\ & \rightarrow \text{PP(3).6} \rightarrow \text{ПП} - 2 \rightarrow \text{PP(3).8} \rightarrow \text{ПП} - 4 \rightarrow \text{PP(1).7} \end{aligned}$

Примеры типовых элементов показаны на рис. 3.

Технологическая последовательность выполнения горных работ по соответствующим этапам определяется структурной формулой схемы экскавации. Пример структурных формул для схемы экскавации при разработке забойной стороны по варианту ЗС-3(03) и приведен в таблице.

Для схем экскавации и их типовых элементов на графических изображениях и в структурных формулах приняты следующие условные обозначения.

Для забойной стороны: ЗС-1, ЗС-2, ЗС-3, ЗС-4, где «ЗС» - забойная сторона, а цифры 1, 2, 3, 4, - номер схемы разработки забойной стороны. Структура схем экскавации обозначается, например, ЗС-3 (03), где цифра в скобках (03) – указывает на номер схемы отвалообразования.

1. Группа элементов «Буро-взрывные работы» обозначается, например, БВР(3).6, где в скобках (3) номер схемы разработки забойной стороны, а цифра после скобок .6 – номер типового элемента группы «буро-взрывные работы» для той же схемы.

2. Группа «Разработка развода» обозначается, например, РР(3).4, где в скобках (3) номер схемы разработки забойной стороны, а цифры после скобок .4 – номер типового элемента группы «разработка развода» для той же схемы.

3. Группы «Подготовка дополнительной емкости» обозначаются, например, ПЕ-3, где «ПЕ» - «подготовка емкости», а цифра «-3» – номер типового элемента этой группы.

4. Группа «перевалка породы» обозначается, например, ПП-2, где «ПП» - перевалка, а цифра «-2» – номер типового элемента этой группы.

5. Дробь, например,
 $\frac{\text{ПП}-1}{\text{БВР}(1).5}$,

указывает на совмещение горных работ во времени.

Как пример, на рис. 4 приведена структура схемы экскавации, составленная по формуле ЗС-3 (03).

Основным показателем оценки схем экскавации принят показатель интенсификации – годовая скорость подвигания фронта работ ($V_{\phi,g}$, м/год),

$$\nu_{\phi,g} = A \cdot N_{c.m.g} \cdot T_{зах}^{-1}, \quad (5)$$

где $N_{c.m.g}$ – нормативное число рабочих смен драглайна в году, смен; $T_{зах}$ – время отработки одной заходки на всю высоту забойной стороны, смен.

На основе анализа организации работ в экскаваторном блоке одного, двух и трех драглайнов принял к рассмотрению комплекс из двух, обеспечивающий как достаточную скорость подвигания фронта работ,

так и возможность совмещения во времени выполнение некоторых этапов работ на забойной и отвальной сторонах.

Принято, что первый драглайн (ведущий, ЭШ №1) работает на забойной стороне, а другой (отвальный, №2) работает на отвальной стороне.

Определение $T_{зах}$ осуществлялось путем построения планограммы работы оборудования.

На основе анализа построенных планограмм сделано следующее обобщение.

1. Установлено определенное распределение работ между драглайнами: драглайн на забойной стороне занимается только экскавацией породы из развалов и перекопкой собственной рабочей трассы, а также своей трассы подъема

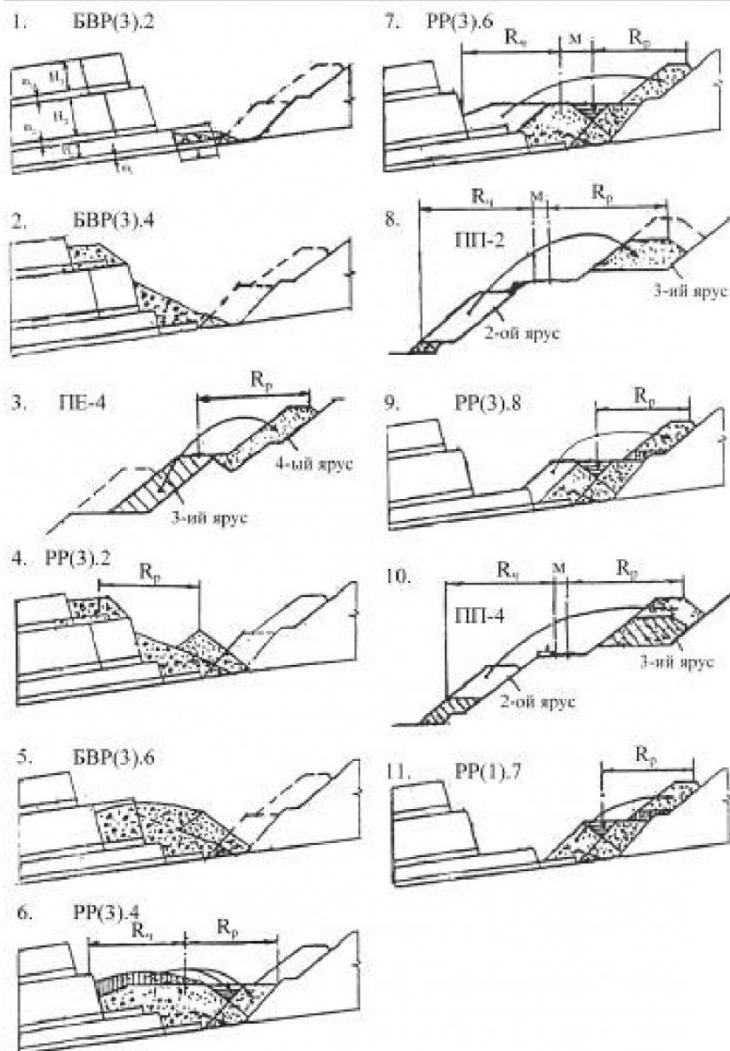


Рис. 4. Структура типовой схемы экскавации ЗС-3 (03)
 при $\tau > \tau_{ep}$

(спуска). Он не занимается переэкскавацией породы на отвале. Поскольку им выполняется несколько рабочих ходов, то при работе по схемам экскавации с подготовкой дополнительной емкости и при недогрузленности драглайна, работающего на отвальной стороне, последний может быть направлен на помощь ведущего для выполнения одного из его рабочих ходов (как правило, для выполнения рабочего хода по первоначальной отсыпке второго яруса отвала).

2. Драглайн работающий на отвальной стороне (ЭШ №2), осуществляет только переэкскавацию породы на отвале, за исключением случаев, когда он направляется в помощь ЭШ №1 на экскавацию породы.

3. Началу отработки каждого породного уступа предшествует взрывание первичного блока длиной 250-300 м. Время подготовки к выемке первично-го блока определяет величину простоя экскаватора ЭШ №1 по статье «простой по буровзрывным работам».

4. Добычные работы на фланге задерживают начало проведения буровзрывных работ и, следовательно, увеличиваю простой драглайна по статье «простой из-за ведения добывчих работ».

На основе перечисленных положений представилось возможным выделить для каждого вида схем экскавации стандартный (типовую) порядок выполнения рабочих ходов драглайном № 1, позволяющим аналитически определять время отработки заходки

$$T_{зах} = \sum_{j=1}^j t_{j.N1} + \sum_{i=1}^3 \Delta t_{Д(i)} + \\ + \sum_{i=1}^3 \Delta t_{БВР(i)} + t_{C.N1}, \quad (6)$$

где j – число рабочих ходов драглайна ЭШ №1; t_{jN} – время выполнения j -го хода драглайном №1, смен; i – число уголь-

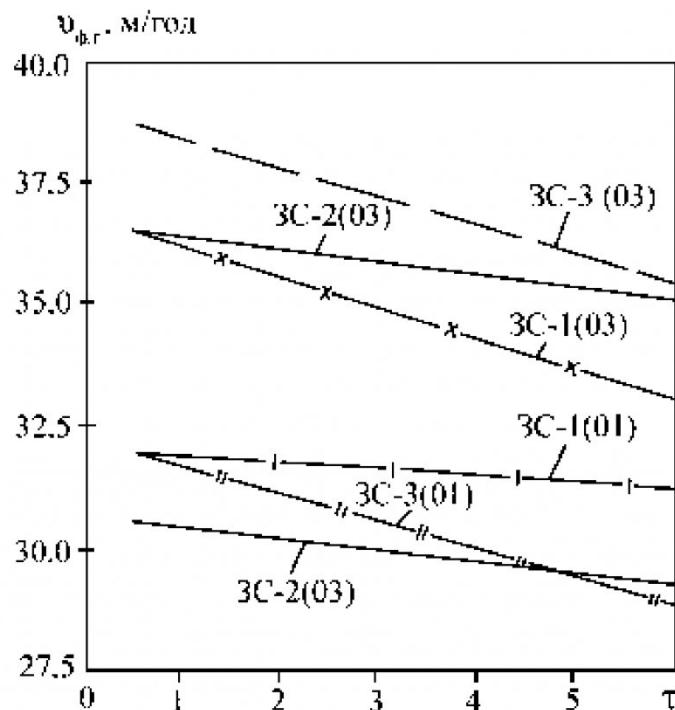


Рис. 5. Зависимость годового фронта работ $v_{\phi.g.}$ удельных затрат на вскрышу для структур схем экскавации [3С-1(01), 3С-1(03), 3С-2 (01), 3С-2(03), 3С-3(01), 3С-3(03)] от показателя τ

ных пластов и породных уступов; $\Delta t_{\partial(i)}$ – продолжительность ведения добывчих работ на фланге фронта работ по i -му пласту после окончания рабочего хода ЭШ №1 по разработке вскрыши над этим пластом, смен; $\Delta t_{БВР(i)}$ – вскрышному уступу для ввода в работу драглайна N1 по этому уступу, смен; $t_{c.N1}$ – продолжительность спуска ЭШ №1 на рабочую трассу II хода, смен.

На рис. 5 показаны зависимости $v_{\phi.g.}$ от показателя τ .

Графики показывают, что наибольшая скорость подвигания фронта работ обеспечивается при структуре схем экскавации 3С-3 (03), т.е. при разработке свиты пластов со смещением верхнего и среднего уступов относительно нижнего на ширину заходки и при взрывании нижнего уступа первым на свободную от породы поверхность отвальной заходки. Схема отвальнообразования характеризуется подготовкой емкости в третьем ярусе. В этой схеме высокий показатель $v_{\phi.g.}$ обеспечивается

большим коэффициентом взрывного сброса породы при взрывании нижнего уступа. При уменьшении высоты нижнего уступа ($\tau = 4 \div 6$), снижается взрывной сброс и снижается скорость подвигания фронта работ.

При больших значениях $\tau = 4 \div 6$ примерно такая же скорость подвигания (отклонение 1-2%) у схемы экскавации 3С-2(03).

Схема экскавации 3С-1 (03) имеет на 6% меньшую скорость подвигания фронта $v_{\phi.g.}$, чем схема 3С-3 (03).

Также анализ показал, что схемы экскавации с подготовкой емкости в третьем ярусе имеют лучшие показатели, чем без подготовки емкости.

Удельные затраты на вскрышу наиболее низкие у схемы экскавации 3С-3 (03) при $\tau = 0,7 \div 6,4$.

Таким образом, по критерию годовой скорости подвигания фронта работ для разработки свиты из трех пологих пластов можно рекомендовать к применению схемы экскавации со смещением двух верхних

заходок относительно нижней на ширину заходки при условии взрывании первым нижнего уступа и отвалообразование осуществлять с подготовкой емкости в третьем ярусе.

При больших значениях $\tau = 4\div 6$ может быть рекомендована схема экскавации со смешением верхней заходки относительно средней на ширину заходки, которая также обеспечивает

высокую скорость подвигания фронта работ.

Во всех схемах экскавации целесообразно применять схему отвалообразования с подготовкой емкости в третьем ярусе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гвоздкова Т.Н. Увеличение объемов внутреннего отвалообразования на разрезах южного Кузбасса / Энергетическая безопасность России, Новые походы к развитию угольной промышленности: Труды международной научно-практической конференции – Кемерово: НИЦ ГН-ИГД им. А.А. Скочинского, ИУУ СО РАН, КузГТУ, ЗАО КВК «Экспо-Сибирь», 2003. – 76-78 с.
2. Гвоздкова Т.Н. Обоснование вида бестранспортных схем экскавации для разработки породной толщи мощностью 80 м и более на разрезах Томусинского района / Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности: Труды международной научно-практической конференции – Кемерово: НИЦ ГП-ИГД им. А.А. Скочинского, ИУУ СО РАН, КузГТУ, ЗАО КВК «Экспо-Сибирь», 2004. – 78-82 с.
3. Буровзрывные работы на угольных разрезах / Н.Я.Репин, В.П. Богатырев и др. Под редакцией Н.Я. Репина. – М., Недра, 1987. – 254 с.

Автор статьи:

Гвоздкова
Татьяна Николаевна
-дир.филиала КузГТУ
(г. Междуреченск)

УДК 622.625

Г.Н.Волченко, В.Н.Уваров, Н.Г. Волченко, С.И.Протасов, Я.Н.Байбородов

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЕДЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ МАССОВОЙ ОТБОЙКЕ НА ШЕРЕГЕШСКОМ РУДНИКЕ

На Шерегешском руднике взрывание рудного массива панели в добычном блоке осуществляют методом пучковых скважинных зарядов ВВ. Заряды ВВ размещают в нисходящих пучках, состоящих из 6÷12 скважин диаметром 105 мм и глубиной до 50 м. Обычно расстояние между пучками скважин равно 4÷6 м. При бурении нисходящих скважин маркшейдерскими методами зафиксированы отклонения отдельных скважин на 7 м от вертикали. Таким образом, после обуривания добычного блока образуется массив пронизанный скважинами, которые часто пересекаются, чрезмерно сближены, проникают в зону не только ближнего пучка, но и дальнего. Отсутствие информации об отклонении скважин делает проектирование массового взрыва приближенным, а результаты взрывания зарядов плохо прогнозируемыми, с вероятностью возникновения отказов.

Наиболее эффективные результаты в подземных условиях рудника получают сегодня при использовании способа отбойки полезных ископаемых, позволяющего повысить точность обуривания за счет уменьшения длины взрывных скважин при их встречно-направленном расположении. Ряды нисходящих и восходящих скважин

формируют с недобуром в центральной части блока по вертикалам. После заполнения их зарядами ВВ осуществляют порядное короткозамедленное взрывание (КЗВ) скважинных зарядов с одновременным инициированием зарядов ВВ в нисходящих и восходящих скважинах (вариант Абаканского рудника). Недостатком указанного способа является нерациональное использование энергии взрыва донных частей зарядов ВВ в нисходящих и восходящих скважинах, так как при их одновременном взрывании массив недобура сильно переизмельчается. При этом имеют место значительные сейсмические и динамические нагрузки на выработки днища блока, что иногда ведет к их преждевременному разрушению и потерям руды в блоке.

С целью ликвидации этих недостатков разработан новый способ отбойки полезных ископаемых в подземных условиях [1]. Сущность разработанного способа поясняется рис.1.

На основе опыта ведения взрывных работ расчетным путем или по результатам экспериментальных взрывов [2] предлагается определять величину л.н.с. донных частей пучковых зарядов ВВ (W_t) в нисходящих скважинах 2 первого ряда со стороны зажимающей среды (ЗС) 3 и в нисходя-