

УДК 622.271

**О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ ВНУТРЕННЕГО
ОТВАЛООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ
УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

А. В. Селюков

*Кузбасский государственный технический университет, E-mail: alex-sav@rambler.ru,
ул. Весенняя, 28, 650000, г. Кемерово, Россия*

Представлены результаты исследований по разработке угольных месторождений открытым способом, обоснованы варианты технологий, базирующиеся на новых технологических и организационных принципах развития горных работ на карьерах. На основе метода горно-геометрического анализа карьерного поля и технологического конструирования систем разработки созданы технологии отработки месторождений очередями при изменении направления подвигания фронта горных работ. Они обеспечивают повышение широкого комплекса технико-экономических и экологических показателей при ведении горных работ на карьерах. При этом основные схемы очередности находятся во взаимосвязи с природно-технологическими группами месторождений, которые влияют на форму и параметры карьерного поля (конечных контуров) в поперечном сечении и на структурные особенности (параметры) рабочих зон, образуя геометрический тип карьерного поля.

Методические позиции, открытые горные работы, внутреннее отвалообразование, структурные схемы добычи, карьерное поле, угольные разрезы

В последнее десятилетие в проектной документации по угольным разрезам Кемеровской области стали появляться технологические решения, направленные на снижение негативных последствий открытых горных работ. К числу таких проектных решений можно отнести внедрение технологий отработки карьерного поля с внутренним отвалообразованием. Сущность технологии состоит в делении карьерного пространства на блоки, из которых первоначальный обрабатывается до проектной глубины с размещением вскрышных пород на внешнем отвале, а затем по мере образования выработанного пространства последующие блоки обрабатываются с размещением вскрышных пород в образовавшемся пространстве предыдущего [1]. В настоящей статье предлагаются более совершенные структурные схемы очередности в составе гибких технологий для всех типов карьерных полей (групп месторождений); на первоначальном этапе (на обобщающем уровне) учитывается общий для всех месторождений основной принцип — подход и дополнительные подходы к формированию схем. Это, прежде всего, основные для структурных схем пространственно-планировочные, а также дополнительные организационные технологические решения. В совокупности основной и дополнительные подходы образуют признаки структурных схем очередности.

Развитие технической оснащенности и увеличение объемов угледобычи (рис. 1а) привлекает повышенное внимание к разрезам Кузнецкого угольного бассейна [2], так как ведет к сокращению сельскохозяйственных угодий в Кемеровской области (рис. 1б).

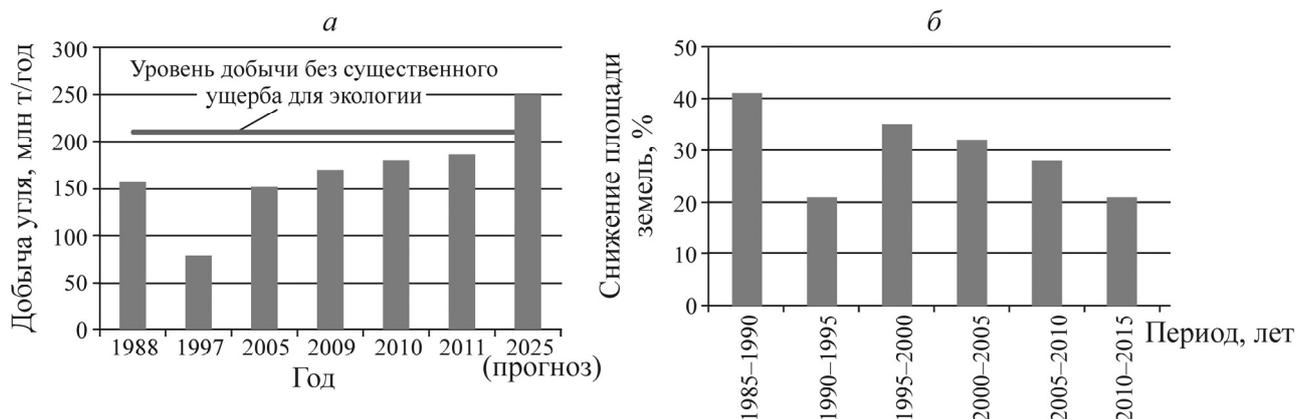


Рис. 1. Тенденции роста добычи угля (а) и снижения площади земель сельхозназначения (б) в Кемеровской области

Повсеместно применяемые углубочные продольные системы разработки наиболее полно соответствуют простым по строению месторождениям, представленным одиночными пластами, когда обеспечивается полнота и требуемое качество выемки вследствие привязки вскрытия и развития фронта работ к одному пласту. При этом обеспечивается возможность размещения всего объема вскрышных пород или значительной его части в выработанном пространстве. При отработке сложноструктурных угольных залежей использование таких систем разработки приводит к необходимости размещения всех пород вскрыши на внешних отвалах, что влечет за собой увеличение прогрессирующих темпов изъятия земельных угодий. Перемещение огромных объемов вскрыши на внешние отвалы, расположенные, как правило, на значительном расстоянии от забоев, приводит к росту количества транспортных средств и вспомогательного оборудования. Все это повышает затраты на добычу угля открытым способом и снижает его конкурентоспособность на рынке. Следовательно, применяемые системы разработки не всегда отвечают условиям сложных природно-технологических комплексов и необходимо изыскивать более совершенные технологические решения.

Отрицательное влияние на окружающую среду можно свести к минимуму, если изменить порядок отработки угольных разрезов, применив при этом системы разработки с внутренним отвалообразованием (таблица). Если этого не предусмотреть в настоящее время, то все разрезы в ближайшие десятилетия окажутся ограниченными собственными внешними отвалами вскрышных пород и их дальнейшее развитие будет проблематичным.

В качестве примера реализации предложенных решений рассмотрено применение поперечной сплошной однобортной системы разработки в условиях разреза «Краснобродский» [4] (рис. 2).

Установлено, что благодаря переходу на новую систему разработки и снижению затрат на вскрышные работы граничный коэффициент вскрыши может быть увеличен в 1.5 раза. Применение предлагаемого варианта системы разработки с внутренними отвалами дает следующие преимущества:

- исчезает необходимость в строительстве, поддержании в рабочем состоянии и постоянном переносе на одном из фланговых нерабочих бортов разреза скользящих съездов, так как разнос борта при этом непременно связан с дополнительными объемами вскрыши;
- сокращается расстояние транспортирования вскрышных пород с 7.3 до 1.5–2 км;
- уменьшается вариация текущего коэффициента вскрыши с 0.38 до 0.11 и, как следствие, необходимость поддержания резервов мощностей разреза по вскрыше на 24 %;

— создаваемая горная выработка в 4–5 раз меньше существующей по площади, а с учетом внутреннего отвалообразования в 8–10 раз меньше по землеемкости при ликвидации внешних отвалов;

— благодаря компактности рабочей зоны, сокращается протяженность нерабочих бортов карьера, что увеличивает на 5–8 % их устойчивый угол откоса и сокращает на 15–18 % объемы вскрышных работ при добыче тех же запасов угля;

— во внутреннем отвале почти на 400 млн м³ больше размещается вскрыши;

— время между нарушением земель и их восстановлением при интенсивной отработке сокращается до 7–9 лет;

— затраты на добычу 1 т угля уменьшаются до 38 %;

— в 2 раза возрастают пригодные для эффективной отработки запасы угля.

Рекомендуемые системы разработки с внутренними отвалами (по В. И. Кузнецову) [3]

Предприятие (разрез)	Системы разработки	Место расположения отвалов			Вид технологии ведения горных работ		
		1-й этап отработки		2-й этап	Бестранспортная	Транспортная	
		в границах поля	внешнее	внутреннее		ж/д	авт.
Бачатский	Углубочная продольная с поочередным интенсивным развитием горных работ на отдельных (локальных) участках		+			+	+
Кедровский	Углубочно-сплошная поперечная с внутренними отвалами	+	+	+			+
Сартаки		+	+	+			+
Киселевский		+	+	+			+
Листвянский		+	+	+			+
Талдинский		+	+	+	+		+
Калтанский		+	+	+			+
Осинниковский		+	+	+			+
Ольжерасский		+	+	+			+
Талдинский-северный		+	+	+	+		+
Барзасский		+	+	+			+
Краснобродский		+	+	+			+
Вахрушевский		+	+	+			+
Черниговец		+	+	+	+		+

Актуальность проблем открытой разработки месторождений полезных ископаемых с использованием разнонаправленного подвигания фронта работ и внутреннего отвалообразования при отработке сложноструктурных месторождений отражена в [5–13].

Применительно к условиям разрезов Кузбасса автором предложена модернизированная интерпретация к формированию структурных схем очередности отработки карьерных полей на основании конструктивно-параметрических проработок адаптации режима внутреннего отвалообразования [14]. Внедрение новых пространственно-планировочных решений обеспечит более

быстрое (оперативное) получение технологических и экологических преимуществ внутреннего отвалообразования на всех очередях отработки за счет дополнительной отсыпки того или иного промежуточного внутриконтурного отвала.

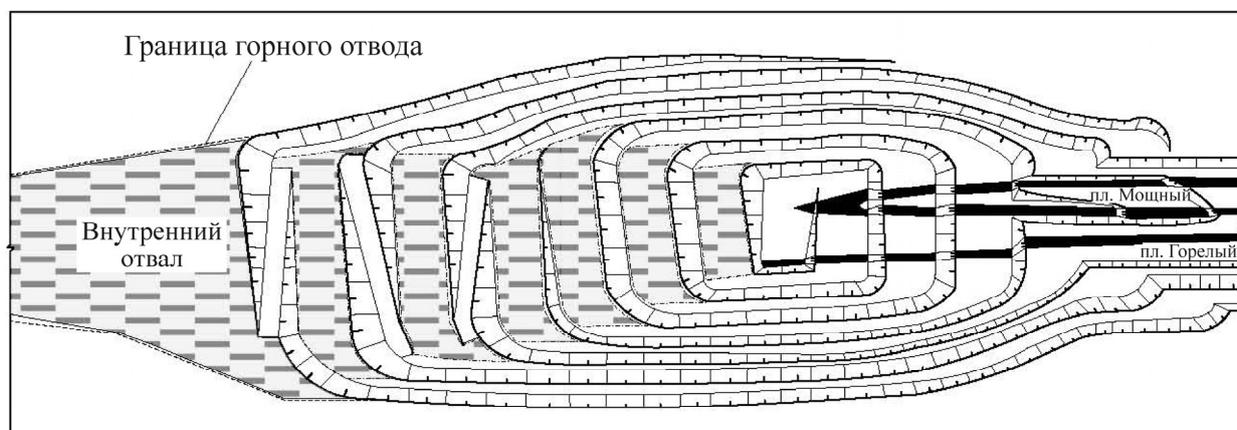


Рис. 2. Поперечная однобортовая система разработки с внутренними отвалами поля разреза "Краснобродский"

В настоящее время для адаптации режимов внутреннего отвалообразования применительно к разрезам Кемеровской области выполнено более полное выделение представительных групп пластовых залежей — месторождений. В частности, дополнительно выделены пластовые складчатые структуры, в том числе брахисинклинальные и мульдообразные. В объединенном виде (варианте) такими группами месторождений являются (первые шесть месторождений взяты по типу тех или иных месторождений Кузбасса):

1) крутопадающие со среднепластовой (от 5–6 до 8–10 пластов) свитой сложозалегающих пластов;

2) крутонаклонные и наклонные с многопластовой (более 8–10 пластов) равномерно расчлененной свитой пластов при спокойном рельефе поверхности;

3) наклонные с мало- и среднепластовой (от 3–4 до 8–10 пластов) умеренно сосредоточенной свитой пластов в расширенном среднем диапазоне угла падения пластов (α от 17–25 до 35–40°) при равнинном рельефе поверхности;

4) пологопадающие с малопластовой (от 2 до 3–4 пластов) сосредоточенной свитой пластов при выраженном косогорном рельефе поверхности (в определенном верхнем диапазоне суммарного углового параметра — суммы углов падения пластов и косогора рельефа поверхности $\alpha + \omega = 15 - 20^\circ$);

5) пологопадающие с малопластовой сосредоточенной свитой пластов при умеренно косогорном рельефе поверхности (в определенном среднем диапазоне суммарного углового параметра $\alpha + \omega = 13 - 17^\circ$);

6) пологопадающие с малопластовой сосредоточенной свитой пластов при равнинном или слабосогорном рельефе поверхности (в нижнем диапазоне суммарного углового параметра $\alpha + \omega = 5 - 12^\circ$);

7) пологопадающие с одним мощным пластом при равнинном или слабосогорном рельефе поверхности (в нижнем диапазоне суммарного углового параметра $\alpha + \omega = 5 - 12^\circ$, по типу месторождений Канско-Ачинского бассейна);

8) пологопадающие многопластовые месторождения с различными геологическими участками и свитами пластов при сопочно-косогорном рельефе поверхности (в том числе при переменной угленасыщенности по участкам отработки, по типу объединенной свитовой структуры геологических участков карьера “Красногорский”);

9) среднеразмерные брахисинклинальные замкнутые или разомкнутые малопластовые (от 1 до 3–4 пластов) месторождения с одной или двумя замковыми частями при переменной угленасыщенности по участкам отработки (по типу Кедровско-Крохалевских структур на севере Кузбасса или Нерюнгринского месторождения в Южной Якутии);

10) крупноразмерные мульдообразные средне- и многопластовые месторождения с широкими замковыми частями при переменной угленасыщенности по стратиграфическим группам пластов и участкам отработки (по типу Талдинского месторождения).

Отметим, что месторождения с первой по седьмую группы различаются, в числе прочих факторов, по геометрической форме, линейным размерам карьерного поля в поперечном сечении и по структурным признакам (параметрам) рабочей зоны; в данном случае во взаимосвязи с названными факторами находятся и структурные решения для схем очередности. Месторождения с восьмой по десятую группы различаются по горно-геометрическим и горно-технологическим признакам в поперечном сечении и в плане, что также учитывается при рассмотрении структурных решений по схемам очередности.

С данных позиций месторождения первой и второй групп образуют объединенный вид (типы) карьерных полей под индексом “Б” — трапециевидная форма в поперечном сечении. Месторождения с третьей по седьмую группы образуют объединенный вид (типы) карьерных полей под индексом “А” — треугольная форма в поперечном сечении. Месторождения с восьмой по десятую группы образуют объединенный вид (типы) карьерных полей под индексом “В” — сложная форма в поперечном сечении и в плане (в том числе переменная по участкам отработки).

На основании учета основных факторов (горно-геометрических признаков и параметров) карьерных полей выполнена их типизация, при этом учитывалось влияние того или иного типа карьерных полей на структурную схему очередности отработки поля разреза.

Тип 1 (Б1) — трапециевидное карьерное поле при двухбоковой рабочей зоне в висячем и лежащем боках свитовой залежи с дном карьера по группе основных пластов при отсутствии нерабочего борта карьера (группа месторождений 1) — структурная схема очередности отработки поля разреза К1.

Тип 2 (Б2) — трапециевидное карьерное поле при однобоковой рабочей зоне в висячем боку свитовой залежи с дном карьера до почвы нижнего пласта всей свиты пластов при наличии нерабочего борта карьера по почве нижнего пласта или при двухбоковой рабочей зоне с дном карьера до почвы группы основных пластов при наличии временно нерабочего борта по почве группы основных пластов (группа месторождений 2) — структурная схема очередности отработки поля разреза К2.

Тип 3 (А3) — треугольное карьерное поле глубинного вида при однобоковой рабочей зоне в висячем боку свиты пластов с незначительной шириной дна карьера по свите пластов при наличии нерабочего борта карьера без размещения внутреннего отвала (группа месторождений 3) — структурная схема очередности отработки поля разреза Н1.

Тип 4 (А2) — треугольное карьерное поле выраженного нагорно-глубинного вида при однобоковой рабочей зоне в висячем боку свиты пластов (с глубинной и нагорной частями-подзонами) при наличии нерабочего борта карьера с малопротяженной наклонной высотой при размещении внутреннего отвала (группа месторождений 4) — структурная схема очередности отработки поля разреза П1.

Подтип 4-1 (А2) — треугольное карьерное поле нагорно-глубинного вида при однобоковой рабочей зоне в висячем боку свиты пластов (с глубинной и нагорной частями-подзонами) при наличии нерабочего борта карьера со среднепротяженной наклонной высотой, содержащего внутренний отвал (группа месторождения 5) — структурные схемы очередности отработки поля разреза П2.

Тип 5 (А¹) — треугольное карьерное поле глубинного вида при однобоковой рабочей зоне в висячем боку сближенной свиты пластов (без деления на части-подзоны) при наличии нерабочего борта карьера с сильнопротяженной наклонной высотой, содержащего внутренний отвал (группа месторождений 6) — структурная схема очередности отработки поля разреза П3.

Подтип 5-1 (А1¹) — треугольное карьерное поле глубинного вида при однобоковой рабочей зоне в висячем боку одного мощного пласта при наличии нерабочего борта карьера с сильнопротяженной наклонной высотой, содержащего внутренний отвал (группа месторождений 7) — структурная схема очередности отработки поля разреза П3¹.

Тип 6 (В1) — линейно-косоугольные составные средне- и сильнопротяженные карьерные поля в плане нагорно-глубинного вида при различных геологических участках и свитах пластов по участкам отработки с однобоковой составной рабочей зоной (с различными глубинными и нагорными частями-подзонами) при комбинированной геометрии уступов — горизонтальные и наклонные с нерабочим бортом карьера, содержащим внутренний отвал (группа месторождений 8) — структурная схема очередности отработки поля разреза О1.

Тип 7 (В2) — криволинейное замкнутое или разомкнутое карьерное поле с одной или двумя замковыми частями при чередующемся блочно-поэтапном или последовательном обходящем порядке разработки при составной рабочей зоне (дугообразной, сегментообразной, секторообразной) на малопластовом среднеразмерном брахисинклинальном месторождении (группа месторождений 9) — структурная схема очередности отработки поля разреза О2.

Тип 8 (В3) — последовательные сдвоенные, строенные (или более многочисленные) карьерные поля при последовательном поярусном или едином обходящем порядке отработки широких замковых и криволинейных частей-структур месторождения при составных рабочих зонах (дугообразных, секторообразных или треугольных) на многопластовом крупном мульдообразном месторождении (группа месторождений 10) — структурная схема очередности отработки поля разреза О3.

Следует отметить, что среди месторождений с первой по пятую группы могут выделяться по горно-геометрическим и технологическим (линейным и объемным) параметрам объединенные специальные группы месторождений. Им соответствуют два набора характерных признаков и параметров рабочих зон и два набора индивидуальных признаков карьерных полей, а также структурных схем очередности. *Первый набор* (для мало- и среднепротяженных месторождений) отражает условия, когда в силу существования участка с локальной высокой угленасыщенностью в карьерном поле (например, за счет увеличения мощности пластов) появляется благоприятная возможность для размещения всей первой очереди с переходным периодом — блоков А, В и D на этом участке (в данном случае блок А совмещает в себе функциональные блоки В и D). Соответственно вторая очередь — с блоком С для поперечной системы разработки проектируется на полный контур карьерного поля, что является преимуществом с точки зрения повышения общей эффективности карьера. При этом образуется структурная схема очередности О4.

Второй набор (для сильнопротяженных моноклиальных или складчатых месторождений), когда после реализации определенного подготовительного периода с двумя обособленными карьерными полями (на флангах месторождения) или с одним сдвоенным карьерным полем (в центре месторождения) с функциональными блоками на первой очереди (блоки А, В, D) для развития выработанного пространства и новых рабочих зон с поперечными системами разработки обеспечивается дальнейшее применение высокопроизводительного карьера при его двухстороннем (двухфронтном) общем развитии от флангов месторождения к центру или от центра к флангам. Образуются структурные схемы очередности О5 и О5¹.

Основные схемы очередности находятся во взаимосвязи с природно-технологическими группами месторождений, которые по совокупности факторов влияют на форму и параметры карьерного поля (конечных контуров) в поперечном сечении и на структурные особенности (параметры) рабочих зон, образуя геометрический тип карьерного поля.

На основании выделения подтипов месторождений автором предложена модернизированная типизация гибких технологий с внутренним отвалообразованием (рис. 3, 4), пространственно-планировочные и организационные технологические решения по которой изложены далее.

Сущность углубочно-сплошной технологии заключается в следующем. В одном из торцов залежи от текущей глубины сооружают карьер ограниченных размеров до проектной глубины — так называемый карьер первой очереди. Основное его назначение — создание первоначальной емкости для размещения вскрышных пород при отработке оставшейся части залежи. Карьер первой очереди сооружают с формированием нерабочих бортов в торцевой и боковых частях карьерной выемки, а с противоположной торцевому борту стороны формируют рабочий борт карьера. После завершения строительства карьера первой очереди производят отработку оставшейся части залежи по простиранию с размещением пород вскрыши в выработанное пространство. Перемещение пород осуществляют транспортными средствами по бермам, а полезное ископаемое (уголь) вывозят на поверхность в места складирования и переработки. Поскольку сооружение карьера первой очереди может вестись по различным уровням (I–III, т. е. довольно длительное время), то с целью минимизации объема вскрышных пород, вывозимых на внешние отвалы, параметры карьера должны быть также наименьшими, за исключением глубины. После сооружения карьера первой очереди осуществляется переход на технологию с внутренним отвалообразованием. Основными достоинствами рассмотренной технологии по сравнению с традиционной продольной углубочной являются: меньшая землеемкость угледобычи вследствие размещения части вскрышных пород в выработанном пространстве; снижение длины транспортирования вскрышных пород; возможность отработки всех пластов свиты со стороны висячего бока, позволяющая снизить потери угля в недрах. К недостаткам этой технологии следует отнести ограниченность фронта горных работ и жесткую взаимозависимость забойной и отвальной зон.

Рассмотренная ранее поперечная технология с карьером первой очереди хотя и повышает эффективность открытого способа угледобычи по сравнению с традиционной, однако также имеет ряд существенных недостатков. Наиболее значительный из них — необходимость строительства карьера первой очереди до граничной глубины, что удлиняет срок перехода на внутреннее отвалообразование и вызывает нарушение значительных площадей земной поверхности внешними отвалами. Кроме того, возникают затруднения с реконструкцией карьера при изменении его граничных контуров.

I. Основные виды поперечных систем разработки			
углубочно-сплошная		поэтапно-углубочная	
II. Этапы развития горных работ при поперечных системах разработки			
подготовка емкости	основная часть поля	подготовка емкости	основная часть поля
III. Направления развития фронта вскрышных и добычных работ			
направления развития горных работ в профиле			
продольная система разработки поперечная	 поперечная	 этапы углубки	 поперечная
направления развития горных работ в плане			
IV. Конструкция забойной и отвальной сторон карьерного поля			
конструкция в угленасыщенной зоне			
 продольная		 целик	
конструкция в безугольной зоне			
		 этапы углубки	
 рабочая площадка берма	 рабочая площадка	 рабочая площадка	 рабочая площадка

Рис. 3. Углубочно-сплошная и поэтапно-углубочная системы разработки

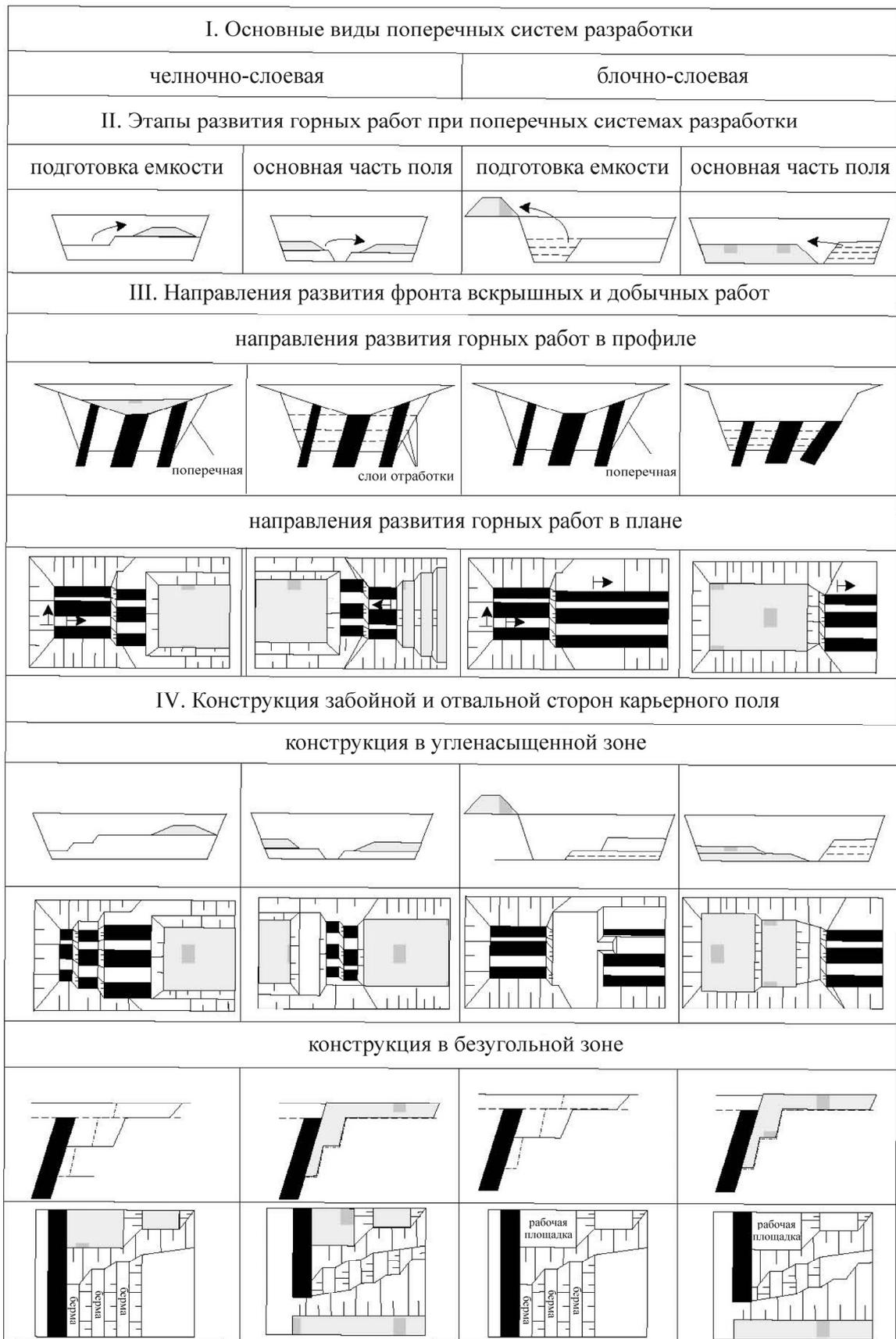


Рис. 4. Челночно-слоевая и блочно-слоевая системы разработки

Сущность поэтапно-углубочной технологии состоит в следующем. В одном из торцов угольной залежи сооружают от текущей глубины котлован вкрест простирания залежи на глубину, равную высоте уступа. Породу вскрыши вывозят на внешний отвал. После сооружения котлована породу от разработки первого горизонта размещают в выработанном пространстве.

Последующую углубку карьера производят при отгонке верхнего (первого) уступа на величину, определяемую исходя из возможности размещения пород вскрыши от углубки на нижележащий горизонт на поверхности внутреннего отвала. Углубка горных работ ведется до проектной глубины карьера. После этого рабочая зона становится постоянной, и вся порода вскрыши перемещается во внутренний отвал. Угол углубки изменяется в пределах $16-18^\circ$, что определяет устойчивость внутреннего отвала и время достижения граничной глубины карьера, при которой начинается отработка залежи с полным размещением вскрышных пород во внутренний отвал. Использование данной технологии позволяет сократить объемы вскрышных пород, размещаемых на внешних отвалах, и снизить землеемкость угледобычи. Сокращаются также сроки строительства карьера и перехода на технологию с внутренним отвалообразованием. При отработке нижнего горизонта возможно применение бестранспортной технологии. Появляется возможность рекультивации выработанного пространства вслед за продвижением фронта горных работ, что обеспечивает снижение негативного влияния карьера на окружающую среду. Существенным недостатком технологии является консервация части запасов при углубке горных работ. Возможная область применения поэтапно-углубочной технологии — отработка свит угольных пластов наклонного и крутого падения большой протяженности по простиранию.

Отличительная особенность блочно-слоевой технологии — деление всего месторождения по простиранию на блоки, включающие карьер первой очереди, и блоки, отрабатываемые на внутренний отвал. Отработку месторождения начинают с сооружения карьера первой очереди, причем его параметры устанавливают исходя из возможности размещения в создаваемой горной выработке всех пород вскрыши соседнего блока.

Параметры блока определяют согласно следующим положениям. Принимается, что один блок отрабатывается в течение одного года. При этом обеспечивается производственная мощность карьера. Мощность горизонтального слоя в блоке устанавливается по условиям минимума потерь и разубоживания при отработке угольных пластов свиты. Слои в блоке отрабатывают последовательно в нисходящем порядке, начиная с верхнего горизонта. Пласты свиты отрабатывают экскаваторами типа прямая и обратная лопата со стороны висячего бока, что позволяет снизить потери угля и разубоживание его породой. Укладку пород вскрыши в выработанное пространство осуществляют погоризонтно, начиная с нижнего отработанного слоя, или наклонными слоями под углом естественного откоса, отсыпаемыми по мере отработки.

Положительными качествами технологии являются: обеспечение благоприятных условий извлечения всех пластов свиты; размещение пород вскрыши в выработанном пространстве; высокая маневренность горного оборудования в пределах слоя.

К недостаткам следует отнести нестабильность текущего коэффициента вскрыши в течение года и большой объем вскрышных пород, вывозимых на внешние отвалы. Возможная область применения технологии — месторождения, представленные свитами угольных пластов сложного строения и залегания при достоверно установленных границах карьера.

Сущность челочно-слоевой технологии заключается в отработке месторождения горизонтальными слоями с разнонаправленным продвижением фронта работ и размещением всех пород вскрыши в выработанном пространстве. Отработку месторождения начинают с сооружения в одном из торцов карьерного поля поперечной карьерной выемки на глубину отрабатываемого

слоя, определяемого по критерию транспортной работы при сравнении бестранспортной и транспортной технологий отработки породной части слоя. Вскрышные породы размещаются на поверхности карьерного поля. Возможная мощность обрабатываемого слоя достигает 100 м. Ширина выработки устанавливается исходя из возможности размещения пород вскрыши при отработке слоя в выработанном пространстве. Длину выработки по дну принимают равной горизонтальной мощности обрабатываемой залежи (свиты).

После сооружения поперечной карьерной выемки в одном из торцов залежи начинают отработку оставшейся части горизонтального слоя. Отработку слоя производят одним высоким уступом с разбивкой его по высоте на подступы. Перемещение вскрышных пород во внутренний отвал ведут путем перевалки с помощью драглайнов, т. е. по бестранспортной технологии. Выемку угольных пластов осуществляют гидравлическими экскаваторами с отгрузкой породы в сторону выработанного пространства с последующей переэкскавацией драглайнами во внутренний отвал. Отработку слоя ведут подступами в нисходящей последовательности, начиная с верхнего. Отработку подступа выполняют поперечными экскаваторными заходками с опережающей выемкой угольных пластов свиты гидравлическими экскаваторами типа обратная лопата.

После отработки первого слоя подготавливают к отработке нижележащий слой. Для этого в первом слое породу в объеме с помощью транспортных средств перемещают на поверхность внутреннего отвала. Таким образом создается пространство для сооружения поперечной карьерной выработки для подготовки к отработке нижележащего слоя (горизонта). При этом сооружение подготовительной выработки ведут с вывозкой пород вскрыши также на поверхность внутреннего отвала.

После сооружения подготовительной углубочной горной выработки на втором горизонте производят отработку второго горизонта (слоя) с размещением пород вскрыши в выработанном пространстве этого же горизонта. Породу вскрыши из внутреннего отвала первого горизонта перемещают во внутренний отвал того же горизонта на поверхность внутреннего отвала нижележащего слоя. Таким способом направление подвигания фронта работ меняется на противоположное, т. е. отработка нижнего слоя ведется в обратную сторону.

После отработки второго слоя осуществляют, при необходимости, углубку на третий горизонт (слой) с соблюдением всех технологических операций, указанных при углубке на второй горизонт, и изменением подвигания фронта работ на противоположное направление. В такой последовательности отработку месторождения ведут до горизонта, на котором достигается равенство слоевого коэффициента вскрыши граничному.

Особенностью челночно-слоевой технологии является наличие одного добычного слоя. Отработанные вышележащие слои представляют собой внутренние отвалы, периодически переэкскавируемые из одного положения в другое по мере отработки нижележащих пород угольных слоев.

Положительные стороны данной технологии: отсутствие внешних отвалов, что снижает землеемкость угледобычи; использование бестранспортной технологии при отработке пород угольного слоя, а следовательно, снижение затрат на добычу угля; размещение всех пород вскрыши в выработанном пространстве, что обуславливает сокращение длины транспортирования и снижение транспортных расходов.

Отрицательные стороны: необходимость многократной перевалки вскрышных пород внутреннего отвала, что приводит к увеличению текущего коэффициента вскрыши; жесткая взаимозависимость отработки подступов обрабатываемого слоя. Возможной областью применения челночно-слоевой технологии являются угольные залежи большой протяженности по простиранию и высокой угленасыщенности.

ВЫВОДЫ

Выполненные конструктивно-параметрические проработки в отношении гибких технологий для условий действующих угольных разрезов Кузбасса с учетом геологического строения месторождений позволяют: снизить потери и разубоживание угля в маломощных пластах вследствие их отработки со стороны висячего бока свиты; значительно сократить дальность транспортирования из забоя в отвал (по оценкам до 30–40 %), что способствует сокращению транспортных затрат на вскрышу; использовать технологию с внутренним отвалообразованием, что в целом сказывается на технико-экономических показателях; обеспечить рекультивацию нарушенных земель вслед за подвиганием фронта горных работ, тем самым уменьшить отрицательное воздействие их на окружающую среду; минимизировать параметры остаточной горной выработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рутковский Б. Т. Блочный способ отработки месторождений открытым способом: межвуз. сб. науч. тр. — Кемерово: КузПИ, 1972.
2. Баловнев В. П., Шаклейн С. В., Ярков В. О. Состояние минерально-сырьевой базы угольной промышленности Кузбасса // Горн. пром-сть. — 2000. — № 2.
3. Кузнецов В. И. Управление горными работами на открытых разработках полезных ископаемых Кузбасса. — Кемерово: Кузбассвузиздат, 1997.
4. Демченко А. В., Ермолаев В. А., Федотенко С. М. Поэтапно-углубочная технология интенсивной отработки угольных пластов для условий разреза “Краснобродский” // Уголь. — 1997. — № 3.
5. Молотилов С. Г., Норри В. К., Ческидов В. И. Природоохранные технологии открытой добычи угля с использованием выработанного карьерного пространства. Ч. I.: Анализ существующих систем разработки месторождений // ФТПРПИ. — 2006. — № 6.
6. Саканцев Г. Г., Ческидов В. И. Установление области применения внутреннего отвалообразования при открытой разработке крутопадающих месторождений полезных ископаемых // ФТПРПИ. — 2014. — № 3.
7. Меньшонок П. П. Новые технологические решения при использовании диагонально-поперечных систем разработки угольных месторождений // Вестн. КузГТУ. — 2004. — № 6.
8. Цепилов И. И. Перспективные технологии открытой разработки сложноструктурных угольных месторождений. — Кемерово: КузГТУ, 2000.
9. Томаков П. И., Коваленко В. С. Природоохранные технологии открытой разработки наклонных и крутых угольных месторождений Кузбасса // Уголь. — 1992. — № 1.
10. Барабанов В. Ф., Томаков П. И., Дергачев И. И. Разработка крутых и наклонных пластов открытым способом с размещением пустых пород в выработанном пространстве // Уголь. — 1959. — № 12.
11. Корякин А. И. Пути создания малоземлеемких технологий открытой угледобычи в Кузбассе // Вестн. КузГТУ. — 1991. — № 1.
12. Танайно А. С., Ческидов В. И. Обоснование порядка открытой разработки свиты пологих и наклонных угольных пластов с использованием выработанного пространства под внутренние отвалы // ФТПРПИ. — 1999. — № 3.
13. Михальченко В. В., Прокопенко С. А., Орлов В. Г. Землесберегающая технология отработки наклонных и крутых залежей // Уголь. — 1991. — № 5.
14. Selukov A. V. Advanced technology based on new technological and organization principles of spatial development of front of mining operation at open pits, Coal in XXI century: mining, green and safety, 2014.

Поступила в редакцию 7/IV 2015