

Системы открытых разработок месторождений

Системы разработки и их элементы Под **системой открытой разработки** месторождений понимается установленный порядок выполнения вскрышных, добычных и горно-подготовительных работ на уступах рабочих горизонтов. Применяемая система разработки считается эффективной, если она обеспечивает плановую производственную мощность карьера, минимальные потери угля, низкую его себестоимость, высокую производительность оборудования и труда, безопасные условия работ.

Системы разработки горизонтальных и пологих залежей в период эксплуатации характеризуются только порядком производства вскрышных и добычных работ, изменениями длины фронта работ или высоты уступов. Горно-подготовительные работы в этом случае заканчиваются созданием первичного фронта вскрышных и добычных работ и сдачей карьера в эксплуатацию. Эти системы разработки называются сплошными, для них характерно постоянное положение рабочей зоны. Особенность разработки наклонных и крутых залежей - неизбежное по мере развития горных работ в глубину увеличение высоты рабочей зоны и необходимость производства горно-подготовительных работ в течение всего периода эксплуатации для вскрытия очередных горизонтов, последнее обеспечивает создание устойчивого фронта вскрышных и добычных работ. Такие системы разработки называются углубочными; для них характерно переменное положение рабочей зоны. Положив в основу принцип генерального развития горных работ по отношению к контурам карьерного поля, акад. В. В. Ржевский предложил классификацию систем открытых разработок. Принятая по горно-геологическим и геометрическим признакам система разработки увязывается со структурой комплексной механизации, которую составляет комплект машин и механизмов, обеспечивающих полный цикл производственных процессов на данном карьерном грузопотоке. По степени взаимной зависимости вскрышных, добычных и горно-подготовительных работ различают системы разработки: зависимые, полузависимые и независимые от времени и пространства при выполнении перечисленных работ. В этой связи выделяют системы разработки сплошные, углубочные и смешанные, которые характеризуются постоянным или переменным положением рабочей зоны. **Системы открытой разработки** органически связаны с развитием горных работ по отношению к контуру карьерного поля. В этой связи по направлению перемещения фронта вскрышных и добычных работ в плане различают следующие системы разработки: продольные, поперечные, веерные и кольцевые. Основными параметрами систем разработки являются:

- высота уступа,
- ширина заходки и забоя,
- длина блока,
- ширина рабочей площадки,

- фронт работы,
- годовое подвигание,
- годовое понижение горных работ.

Высоту уступа обычно устанавливают в соответствии с рабочими размерами экскаватора. Однако при этом следует стремиться к тому, чтобы каждый уступ был нарезан в толще однородных пород. По породе уступы обычно имеют высоту от 10 до 15 м. Высота уступа по углю зависит от мощности пласта и может составлять от 3 до 30 м. Отрабатывают уступы отдельными полосами или заходками. Длина заходки равна длине уступа; ширина заходки - ширине забоя. Ширина забоя при использовании механических лопат равна радиусу их черпания, а при работе драглайна определяется принятым углом поворота стрелы. Заходка может разделяться на/части, которые носят название блоков. Длина блока принимается в пределах от 300 до 500 м.

Каждый блок разрабатывается своим экскаватором, бурильным станком и др. Это обеспечивает быструю отработку заходки, увеличивает фронт работ и производственную мощность карьера. Рабочая площадка предназначена для размещения горно-транспортного оборудования. Ширина ее изменяется от 25 до 100—130 м. Меньшие размеры принимаются при разработке скальных пород с использованием автомобильного и конвейерного транспорта. В результате ведения горных работ по добыче полезных ископаемых открытым способом происходит нарушение земной поверхности. Кроме котлована, большие площади земли оказываются под отвалами. Чтобы вернуть их в сельскохозяйственный оборот, необходимо произвести рекультивацию. Рекультивация земель — комплекс горнотехнических, инженерно-строительных, мелиоративных, сельскохозяйственных и лесных работ, направленных на полное восстановление поверхности, нарушенной открытыми горными работами, ранее используемой в народном хозяйстве. Комплекс работ по рекультивации осуществляется в два этапа: горнотехнический и биологический.

Горнотехнический этап заключается в планировке отвалов и выполаживании откосов, устройство дренажной сети для предотвращения заболачивания восстанавливаемой территории; химической мелиорации грунтов (известкование, гипсование) перед покрытием и покрытие их почвенным плодородным слоем; создание ложа и берегов водоемов. Биологическая рекультивация заключается в проведении мероприятий по восстановлению плодородия земель, подготовленных горнотехнической рекультивацией (посев трав, внесение минеральных удобрений), производство сельскохозяйственных работ, а также работ по освоению водоемов. Если в технологическом процессе горных работ было заранее предусмотрено магазинирование почв, равномерная отсыпка пород вскрыши и другие мероприятия, направленные на создание культурного ландшафта, то рекультивация земель заметно облегчается.

Системой открытой разработки называется определенный порядок выполнения во времени и пространстве подготовительных, вскрышных и добычных работ на уступах рабочих

горизонтов. Существующие классификации систем разработки можно разделить на две группы:

- по способу производства вскрышных работ и по способу перемещения пород в отвалы;
- в зависимости от порядка ведения вскрышных и добычных работ, направления подвигания забоя и способа вскрытия.

Наиболее распространенными являются классификации проф. Е.Ф. Шешко (табл. 5.4) и акад. Н.В. Мельникова (табл. 5.5) по направлению перемещения вскрышных пород в отвалы; акад. В.В. Ржевского — по направлению подвигания фронта горных работ (табл. 5.6).

Группа систем А — с поперечным перемещением породы в отвал без транспортных средств	Группа систем Б — с продольным (фронтальным) перемещением породы в отвалы при помощи транспортных средств	Группа систем В — комбинированные
А-1 — с непосредственной перевалкой вскрышных пород	Б-4 — с транспортированием породы на внутренние отвалы на сравнительно короткие расстояния по путям с благоприятным профилем	В-7 — с частичным транспортированием породы на внутренние или внешние отвалы
А-2 — с кратной экскаваторной перевалкой вскрышных пород	Б-5 — с транспортированием породы на внешние отвалы на более значительное расстояние, обычно по путям с неблагоприятным профилем	В-8 — с частичным бестранспортным перемещением породы на внутренние отвалы
А-3 — с забойными отвалообразователями	Б-6 — с транспортированием породы частично на внутренние и частично на внешние отвалы	
А-0 — с незначительным объемом вскрышных работ, когда способы перемещения породы в отвал не имеют существенного значения		

Таблица 5.4 Классификация систем открытой разработки по Е.Ф. Шешко

Главным классификационным признаком в первых двух случаях является способ перемещения пустых пород. По этому признаку все системы разделяются на бестранспортные, транспортные и комбинированные.

Система разработки	Основ. технологич. процесс по вскрыше	Отвалообразование	Направление развития фронта работ в плане	Высота рабочей зоны	Фронт работ
Бестранспортная	Рыхление	Внутреннее	Одностороннее по простиранию	Постоянная	Одинарный
	Выемка и отвалообразование		То же, вкрест простирания	Переменная	
			То же, смешанное		
			Двустороннее по простиранию		
			То же, вкрест простирания		
Транспортно-овальная	Выемка	Внутреннее	Одностороннее по простиранию	Постоянная	
	Дробление				
	Отвалообразование		То же, по простиранию		
			Двустороннее по простиранию		
			То же, вкрест простирания		
			Веерное		
	Смешанное				
Транспортная	Рыхление	Внешнее	Одностороннее по простиранию	Переменная	Сквозной
	Погрузка	Внутреннее	То же, вкрест простирания		
	Дробление	Комбинированное	Двустороннее по простиранию		
	Транспортирование		То же, вкрест простирания		
	Отвалообразование		Веерное		
			По периметру карьера		
Специальная		Внешнее	Смешанное	Постоянная Переменная	
			То же		
Комбинированная	Любая комбинация систем разработки			Постоянная Переменная	

Таблица 5.5 Классификация систем открытой разработки по Н.В. Мельникову

Бестранспортные системы разработки характеризуются тем, что породы вскрыши перемещаются экскаваторами или отвалообразователями во внутренние отвалы. При системе разработки с непосредственной экскаваторной перевалкой вскрыши перемещение породы из забоя до отвала производится вскрышными экскаваторами, мехлопатами или драглайнами, которые одновременно являются также и отвальными экскаваторами (рис. 5.29).

Индекс группы	Группа систем	Индекс подгруппы	Подгруппа	Индекс системы	Системы разработки
С	Сплошные	СД	Сплошные продольные	СДО СДД	Сплошная продольная однобортная То же, двухбортная
		СП	Сплошные поперечные	СПО СПД	Сплошная поперечная однобортная То же, двухбортная
		СВ	Сплошные веерные	СВЦ СВР	Сплошная веерная центральная То же, рассредоточенная
		СК	Сплошные кольцевые	СКЦ СКП	Сплошная кольцевая центральная То же, периферийная
У	Углубленные	УД	Углубочные продольные	УДО УДД	Углубочная продольная однобортная То же, двухбортная
		УП	Углубочные поперечные	УПО УПД	Углубочная продольная однобортная То же, двухбортная
		УВ	Углубочные веерные	УВР	Углубочная веерная рассредоточенная
		УК	Углубочные кольцевые	УКЦ	Углубочная кольцевая центральная
УС	Смешанные (углубочно-сплошные)	—	То же, в различных сочетаниях		
Примечание. К наименованию системы добавляется: «с внешними или внутренними отвалами».					

Таблица 5.6 Классификация систем открытой разработки (по В.В. Ржевскому)

При системе разработки с кратной экскаваторной перевалкой вскрыши перемещение породы из забоя до отвала производится вскрышными и отвальными экскаваторами, работающими совместно (рис. 5.30, 5.31).

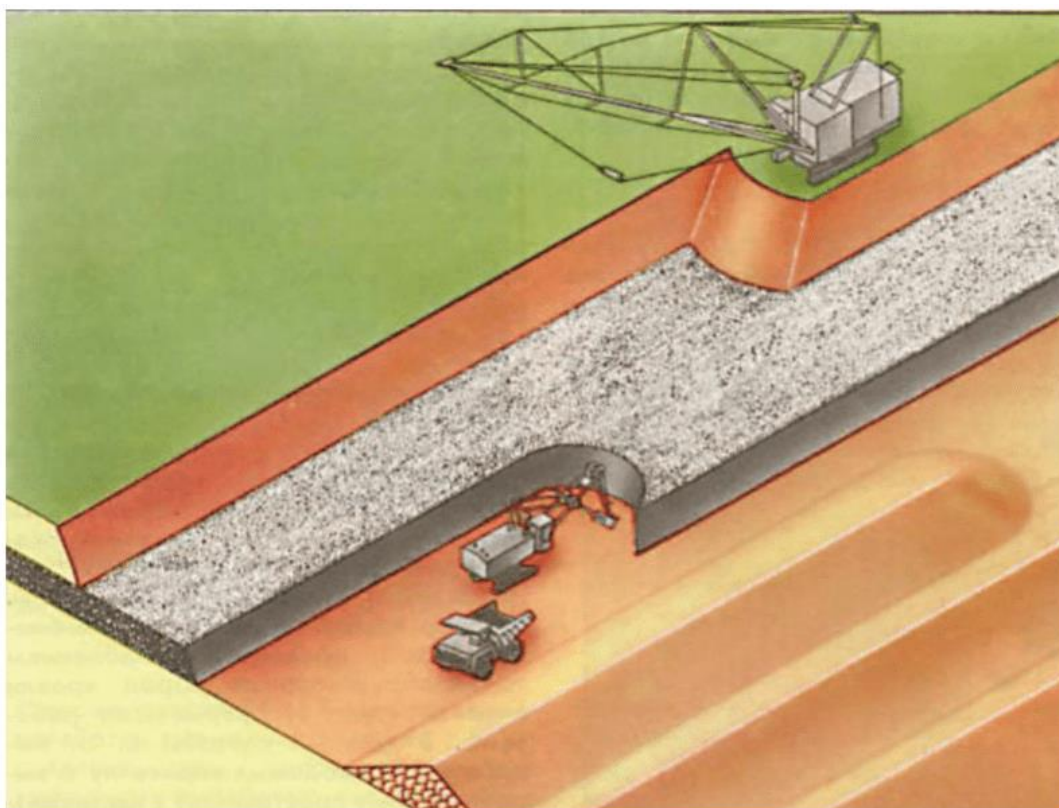


Рис. 5.29.

Бестранспортная система разработки с простой схемой вскрышных работ
При системе разработки с перевалкой вскрыши отвалообразователями (рис. 5.29) перемещение породы из забоя до отвала производится консольными отвалообразователями и транспортно-отвальными мостами.

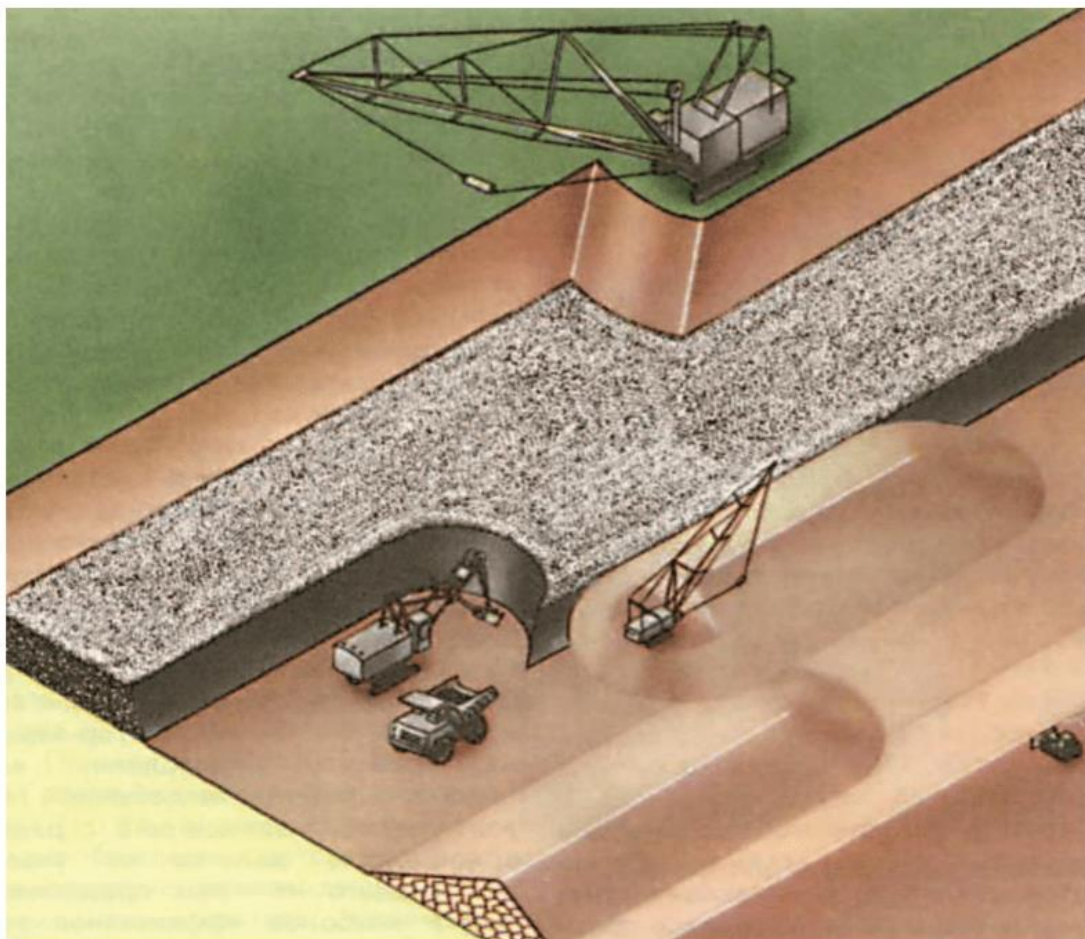


Рис. 5.30.

Бестранспортная система разработки с обычным вторичным отвалом и усложненной схемой вскрышных работ, выполняемых шагающими драглайнами

При всех бестранспортных системах порода перемещается поперек фронта работ, т. е. по кратчайшему расстоянию. Поэтому эти системы просты и экономичны. Область применения — при пологих углах падения пластов (до 12°) и не слишком большой мощности. Для этих систем характерна жесткая связь между вскрышными и добычными работами, т. к. количество вскрываемых запасов ограничивается рабочими параметрами и мощностью вскрышных и отвальных машин.

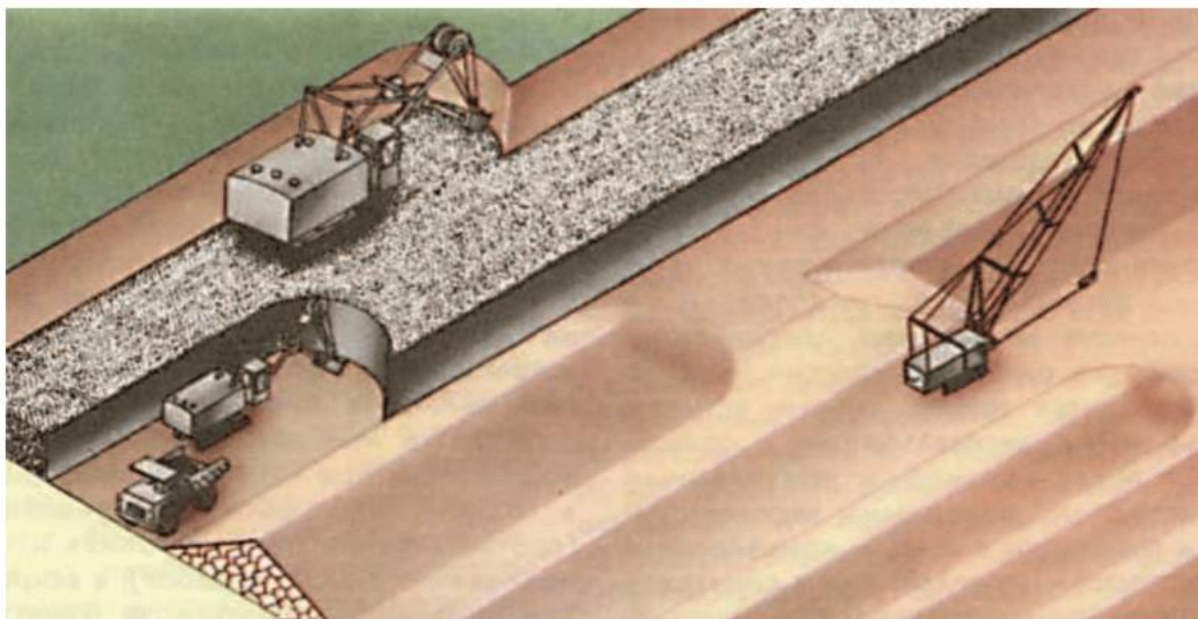


Рис. 5.31. Бестранспортная система разработки с обычным вторичным отвалом и усложненной схемой вскрышных работ, выполняемых мехлопатой и драглайном

Транспортные системы разработки характеризуются перевозкой вскрышных пород при помощи транспортных средств.

При системе разработки с перевозкой во внутренние отвалы порода перемещается на сравнительно короткое расстояние по пути с благоприятным профилем, обычно без подъема в грузовом направлении. Система с перевозкой породы на внешние отвалы характеризуется перемещением вскрыши на значительные расстояния: 2–4 км для автотранспорта и до 10 км для железнодорожного транспорта.

Порода перемещается на пути с подъемом в грузовом направлении. Система с перевозкой породы частично на внутренние и частично на внешние отвалы имеет признаки первых двух систем этой группы.

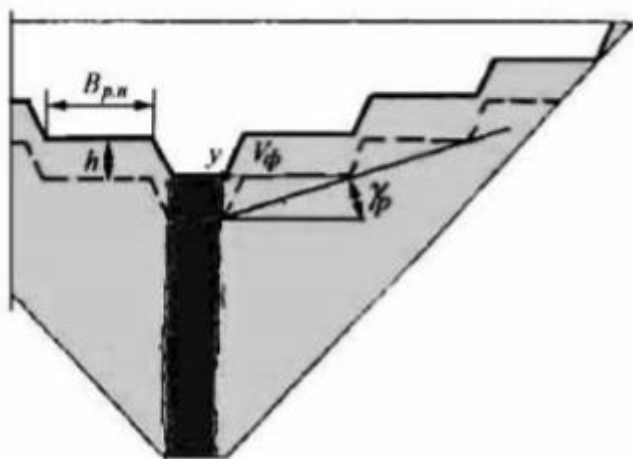
Транспортные системы сложнее бестранспортных и менее экономичны. Они могут применяться при любых условиях залегания месторождения, поэтому получили широкое распространение. Здесь связь между подвиганием вскрышного и добычного фронта работ менее жесткая, в зависимости от потребностей можно вскрыть необходимое количество запасов.

Комбинированные системы разработки сочетают признаки бестранспортных и транспортных систем разработки. По признаку относительного преобладания перевалки или перевозки выделяют систему с частичной перевозкой пустых пород во внутренние или внешние отвалы и систему с частичной перевалкой пород во внутренние отвалы. Достоинства этой системы в том, что благодаря частичной перевозке породы, обычно с верхних уступов, расширяется возможность использования преимуществ бестранспортных систем разработки. Частичное применение перевалки породы во внутренние отвалы, обычно с нижних уступов карьера, позволяет улучшить показатели транспортных систем разработки, т. к. транспорт с нижних уступов наиболее трудный.

Относительная сложность и экономичность комбинированных систем разработки зависят от доли участия перевозки и перевалки. Чем больше объем породы будет разрабатываться по бестранспортной системе, тем экономичнее комбинированная система разработки.

Элементы и параметры системы разработки рассмотрим на примере транспортных систем, т. к. благодаря универсальности эти системы получили наибольшее распространение: в угольной промышленности более 60 %, до 90 % в железорудной и почти 100 % на карьерах при добыче руд цветных металлов.

Транспортные системы разработки характеризуются следующими элементами, параметрами и удельными показателями.



Элементы и параметры системы разработки

Элементы системы разработки — выемочные слои, рабочие уступы, заходки, рабочие площадки, разрезные траншеи и др.

Параметры системы — высота уступа h , угол откоса уступа α , ширина заходки A , ширина рабочей площадки $B_{p.p.}$, угол откоса рабочего борта карьера γ_p , число рабочих уступов, длина добычного и вскрышного фронта работ и др.

Основные удельные показатели — скорость продвижения забоев и рабочих уступов, скорость проходки траншей, скорость углубки горных работ в карьере y , скорость продвижения фронта работ V_{ϕ} , годовая производительность с единицы длины фронта и площадок рабочей зоны.

Высота уступа зависит от типа погрузочного оборудования и его рабочих параметров. При разработке пород без применения БВР высота уступа принимается равной высоте черпания экскаватора; с применением БВР она не должна превышать высоту черпания более чем в 1,5 раза. Допустимые значения высоты уступа: для ЭКГ-4,6 в мягких породах 10 м, в скальных 15 м; для ЭКГ-8и — соответственно 13 и 20 м; для ЭКГ-12,5 — соответственно 16,5 и 25 м. Ширина рабочей площадки $B_{p.p.}$ устанавливается с учетом физико-механических свойств горных пород, рабочих параметров экскаватора и вида транспорта (рис. 5.33).

Дальнейшее развитие актуальных направлений комплексного освоения недр (ресурсосбережения, малоотходности, ресурсовоспроизводства) потребовало широкое применение новых видов горного и транспортного оборудования в комплексах и большого числа специальных технологических схем.