

КЛАССИФИКАЦИИ СИСТЕМ

В основу классификации, предложенной чл.-корр. АН СССР В.В.Ржевским (табл. 9.1), положены горно-геологические и геометрические предпосылки, характеризующие порядок разработки месторождения. Согласно этой классификации имеет место существенное различие систем разработки горизонтальных и пологих месторождений и наклонных и крутых месторождений. Системы разработки горизонтальных месторождений характеризуются только порядком выполнения вскрышных и добычных работ, так как горно-подготовительные работы на таких месторождениях заканчиваются в период строительства карьера. Возобновиться горно-подготовительные работы могут только в период реконструкции карьера. Такие системы разработки называются сплошными (с постоянной рабочей зоной).

Системы разработки наклонных и крутых месторождений характеризуются порядком выполнения вскрышных, добычных и горно-подготовительных работ, так как горно-подготовительные работы на таких месторождениях ведутся как в период строительства карьера, так и в процессе его работы (для воссоздания фронта вскрышных и добычных работ нарезаются очередные по глубине уступы). Такие системы разработки называются углубочными (с переменной рабочей зоной).

Таблица 9.1 – Классификация систем разработки по акад. В.В.Ржевскому

Индекс группы	Группа систем	Индекс подгруппы	Подгруппа	Индекс системы	Система разработки
С	Сплошные (с постоянным положением рабочей зоны)	СД	Сплошные продольные	СДО	Сплошная продольная однобортная
				СДД	Сплошная продольная двухбортная
СП	Сплошные поперечные	СПО СПД	Сплошная поперечная однобортная		
			Сплошная поперечная двухбортная		
СВ	Сплошные веерные	СВЦ СВР	Сплошная веерная центральная		
			Сплошная веерная рассредоточенная		
СК	Сплошные кольцевые	СКЦ СКП	Сплошная кольцевая		

				центральная Сплошная кольцевая периферийная		
У	Углубочные (с временным положением рабочей зоны)	УД		Углубочные продольные	УДО УДД	Углубочная продольная однобортовая Углубочная продольная двухбортовая
УП	Углубочные поперечные	УПО УПД		Углубочная поперечная однобортовая Углубочная поперечная двухбортовая		
УВ	Углубочные веерные	УВР		Углубочная веерная рассредоточенная		
УК	Углубочные кольцевые	УКЦ		Углубочная кольцевая центральная		
УС	Смешанные (углубочно- сплошные)	УСД		Углубочно- сплошные продольные	УСДО	Углубочно- сплошная, продольная однобортовая
УСП	То же поперечные	УСПД		То же, поперечная двухбортовая		
УСВ	То же веерные	УСВР		То же, веерная рассредоточенная		
УСК	То же кольцевые	УСКЦ		То же, кольцевая центральная		

С – Сплошные (с постоянным положением рабочей зоны)
У – Углубочные (с временным положением рабочей зоны)
УС – (Углубочно-Сплошные) Смешанные
Д – продольные
П – поперечные
О – однобортовая

Д – двухбортная

В – веерные

К – кольцевые

Месторождения со сложными топографическими и горно-геологическими условиями могут разрабатываться смешанными (углубочно-сплошными) системами.

Порядок разработки месторождения связан с развитием горных работ по отношению к контурам карьерного поля. В связи с этим различают следующие системы по направлению выемки в плане:

продольные однобортные и двухбортные, когда фронт вскрышных и добычных работ перемещается параллельно длинной оси карьерного поля;

поперечные однобортные и двухбортные, когда фронт вскрышных и добычных работ перемещается параллельно короткой оси карьерного поля;

веерные, когда фронт вскрышных и добычных работ перемещается по вееру с центральным (общим) или рассредоточенным (два и более) поворотными пунктами;

кольцевые, когда фронт вскрышных и добычных работ имеет форму кольца и разработка ведется от центра к границам карьерного поля или от границ к центру.

Классификация систем разработки по проф. Е.Ф.Шешко

В основу классификации, предложенной проф. Е.Ф.Шешко (табл. 9.2) положено направление перемещения вскрышных пород в отвалы. Эта классификация включает следующие группы систем.

Таблица 9.2 – Классификация систем разработки по проф. Е.Ф.Шешко

Группы систем разработки	Наименование разработки	Условное обозначение систем разработки
А. Системы разработки с перевалкой вскрыши поперечным перемещением вскрыши в отвалы)	Система разработки с непосредственной перевалкой вскрыши	А-1
То же, с кратной экскаваторной перевалкой вскрыши		А-2
То же с перевалкой вскрыши отвалообразователями		А-3
Б. Системы разработки с перевозкой вскрыши	Система разработки с перевозкой вскрыши на внутренние отвалы.	Б-4

продольным перемещением
вскрыши в отвалы)

То же на внешние отвалы Б-5

То же на внешние и внутренние
отвалы Б-6

В. Системы разработки с Системы разработки с
перевалкой и перевозкой вскрыши частичной перевозкой В-7
(с поперечным и продольным вскрыши на внутренние
перемещением вскрыши в отвалы) или внешние отвалы

То же, с частичной перевалкой В-8
вскрыши во внутренние отвалы

А-0 Системы разработки с
незначительным объемом
вскрышных работ, когда способы А-0
перемещения вскрыши в отвалы не
имеют существенного значения

Группа А включает системы с **поперечным** перемещением вскрыши в отвалы без применения транспортных средств (бестранспортные системы).

Группа Б включает системы с **продольным** (вдоль фронта) перемещением вскрыши в отвалы с применением транспортных средств (транспортные системы).

Группа В включает комбинированные системы с **поперечным и продольным** перемещением вскрыши в отвалы. Эти системы являются комбинацией транспортных и бестранспортных систем.

Системы с поперечной перевалкой вскрыши во внутренние отвалы являются технологически наиболее простыми и экономичными. Однако перевалка породы в рабочих органах экскаваторов ограничивает параметры этих систем и область их применения. Здесь жестко взаимоувязаны вскрышные и добычные работы, а объем вскрытых запасов строго ограничен. Системы с продольной перевозкой вскрыши на отвалы более сложны и менее экономичны. Однако у них нет такой жесткой взаимоувязки вскрышных и добычных работ, а вскрытые запасы могут быть созданы в большем объеме. Область применения этих систем более широкая.

Классификация систем разработки по акад. Н.В.Мельникову

В основу классификации, предложенной акад. Н.В.Мельниковым, положен **способ производства вскрышных работ**. Классификация включает следующие системы разработки (табл.9.3): **бестранспортную, экскаватор-карьер, транспортно-отвальную, специальную, транспортную и комбинированную.**

Таблица 9.3 – Классификация систем разработки по акад. Н.В.Мельникову

Система разработки	Характеристика системы
Бестранспортная (без переэкскавации или с переэкскавацией вскрыши на отвалах)	Вскрыша перемещается во внутренние отвалы непосредственно экскаваторами (возможна переэкскавация пород на отвалах)
Экскаватор-карьер	Вскрышные и добычные работы производятся одним драглайном попеременно. Вскрыша переваливается в выработанное пространство, полезное ископаемое грузится в передвижной бункер, устанавливаемый на поверхности, или внавал; из бункера полезное ископаемое поступает на конвейер или в средства железнодорожного транспорта
Транспортно-отвальная	Вскрыша перемещается во внутренние отвалы при помощи транспортно-отвальных мостов
Специальная	Вскрыша удаляется башенными экскаваторами, колесными скреперами, гидромеханизированным способом или кабель-кранами
Транспортная	Вскрыша транспортными средствами перемещается на внутренние или внешние отвалы
Комбинированная	Комбинация различных систем

Классификации систем разработки, в основу которых положены направление перемещения вскрыши в отвалы и способ производства вскрышных работ в неполной мере отражают порядок разработки месторождения. Эти классификации не характеризуют порядок производства добычных работ, а также порядок развития фронта и рабочей зоны карьера. Наиболее универсальной является классификация систем разработки, в основу которой положены горно-геологические и геометрические посыпки, характеризующие порядок производства вскрышных, добычных и горно-подготовительных работ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Правильно выбранное направление развития горных работ в карьерном пространстве обеспечивает эффективную и экономичную отработку месторождений.

При открытой разработке большое значение имеют вскрышные работы, так как их объемы во много раз превосходят объемы полезного ископаемого. Исходя из этого, при определении направления углубки часто пользуются критерием наименьшего среднего от начала разработки коэффициента вскрыши, который, в свою очередь, обеспечивается наименьшими значениями текущего коэффициента вскрыши в каждый период. Этот критерий и будет использоваться при решении задач на данном занятии.

Задача может решаться в две стадии – сначала определяется направление углубки на поперечных разрезах (плоская задача), а затем с помощью поперечного разреза и погоризонтных планов устанавливается направление развития горных работ в карьерном пространстве (объемная задача), но при этом, как правило, применяются математические методы. Остановимся на решении только плоской задачи на поперечных разрезах.

Для определения направления углубки необходимы следующие исходные данные:

- 1) поперечные разрезы или погоризонтные планы с границами карьера на конец отработки;
- 2) параметры элементов системы разработки (высота уступа, угол откоса рабочего уступа, ширина рабочей площадки) или угол откоса рабочего борта.

Пример 1. Рассмотрим определение направления углубки на поперечном разрезе по месторождению (масштаб 1 : 2 000) в указанных границах карьера на конец разработки (рис. 3). При принятых параметрах элементов системы разработки угол откоса рабочего борта $\varphi = 15^\circ$.

Решение. Наносим на разрез горизонтальные 1, 2, 3,...,14 и вертикальные б, в, г, д, е секущие плоскости. Количество плоскостей и величина интервалов между ними зависят от сложности строения рудной залежи. Кроме того, принимаем для рассмотрения направление углубки по левому **а** и правому **ж** конечным бортам карьера.

Строим на кальке трафарет рабочей зоны с углами откосов бортов, равным φ . Накладываем разрез на трафарет рабочей зоны, совмещаем вершину трафарета (точка 0) с точками пересечения горизонтальных и вертикальных секущих линий и подсчитываем объемы руды, находящиеся выше рабочих бортов карьера на трафарете. Одно из таких положений показано штриховой

линией АОС на рис.3. Подсчет площадей руды осуществляем планиметром. В учебных целях могут быть использованы ориентировочные способы: методы палетки, аппроксимация измеряемых площадей элементарными геометрическими фигурами и т.д. Результаты подсчетов с учетом масштаба и зоны влияния разреза (в данном случае 1 м длины карьера) заносим в табл.9 и 10.

На основе данных табл. 9, 10 строим график $P = f(H)$ для каждой вертикальной секущей плоскости и для направлений углубки по бортам карьера. По оси абсцисс откладываем положения горизонтальных плоскостей (желательно в том же масштабе, что и на рис. 3), а по оси ординат – объемы руды, определенные в каждой точке пересечения. В результате получаем кривые $P = f(H)$ для каждого направления углубки **а, б, в, г, д, е, ж** (рис.4). Следует отметить, что точки пересечения кривых $P = f(H)$ с осью абсцисс определяются перемещением трафарета рабочей зоны сверху вниз по каждому направлению **а, б, в, ..., ж** до встречи рабочих бортов с рудой. Положение точки 0 трафарета в этом случае соответствует отметке глубины, которую затем переносят на ось абсцисс графика $P = f(H)$.

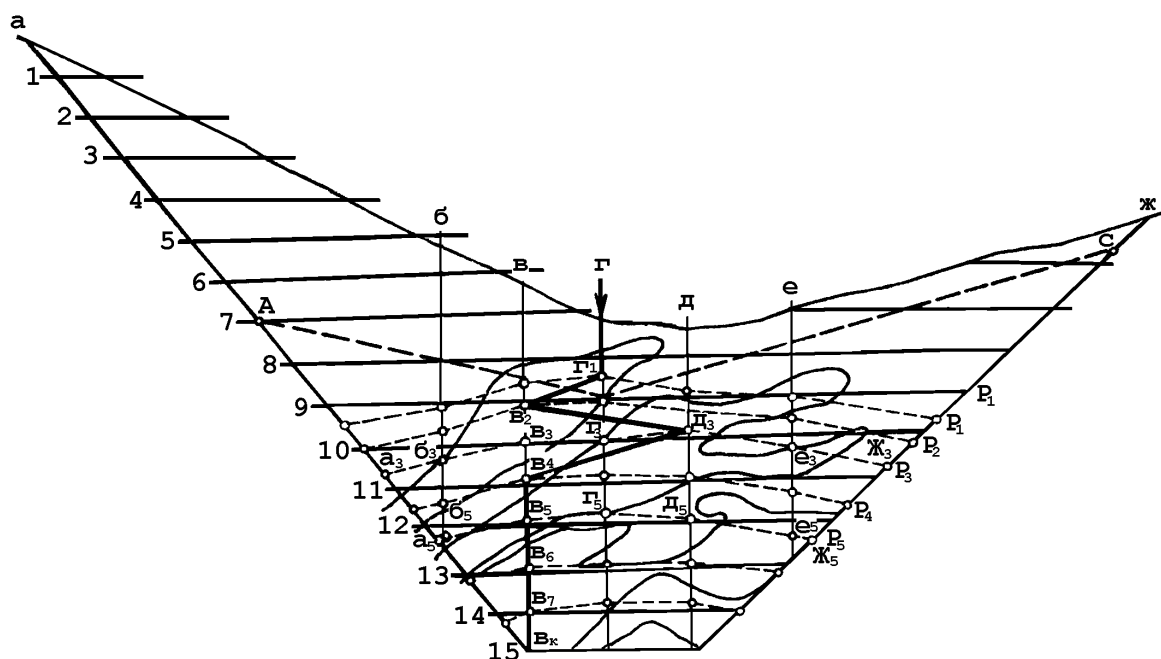


Рис. 3. Поперечный разрез по месторождению

Общий объем руды в контурах карьера делим на интервалы: $P_1 = 1$; $P_2 = 2,5$; $P_3 = 5$; $P_4 = 10$; $P_5 = 15$; $P_6 = 20$; $P_7 = 25$. В соответствии с принятыми интервалами проводим на графике $P = f(H)$ горизонтальные линии. Проекция на ось абсцисс точек пересечения этих горизонталей с кривыми $P = f(H)$ для направлений **а, б, в, г, д, е, ж** дают глубину, на которой добывается заданный

объем руды. На рис. 4 продемонстрировано определение глубины для P_3 и P_5 . Переносим полученные отметки глубин на рис.3 (при этом не следует забывать о возможном различии масштабов рис. 3 и 4), соединяем полученные точки $a_3, б_3, в_3, г_3, д_3, е_3, ж_3$ и $a_5, б_5, в_5, г_5, д_5, е_5, ж_5$ между собой. Получаем изолинии объемов руды $P_3 = 5$ тыс. $м^3$; $P_5 = 15$ тыс. $м^3$. Аналогичным образом строим изолинии P_1, P_2, P_4, P_6 и P_7 .

Таблица 9

Результаты замеров объемов руды на поперечном разрезе, тыс. $м^3$

Горизонтальные плоскости сечения	Вертикальные плоскости сечения						
	а	б	в	г	д	е	ж
8	-	-	-	0,2	0,1	-	-
9	-	0,6	2,2	2,2	1,1	0,8	-
10	2,3	3,7	4,9	5,0	6,0	3,8	1,6
11	6,4	7,8	10,5	11,1	10,4	8,8	6,2
12	13,3	13,6	15,8	16,4	15,4	13,1	12,0
13	19,3	19,3	20,4	20,2	20,4	18,8	18,8
14	23,8	23,8	25,2	26,3	25,7	24,6	24,6
15	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2

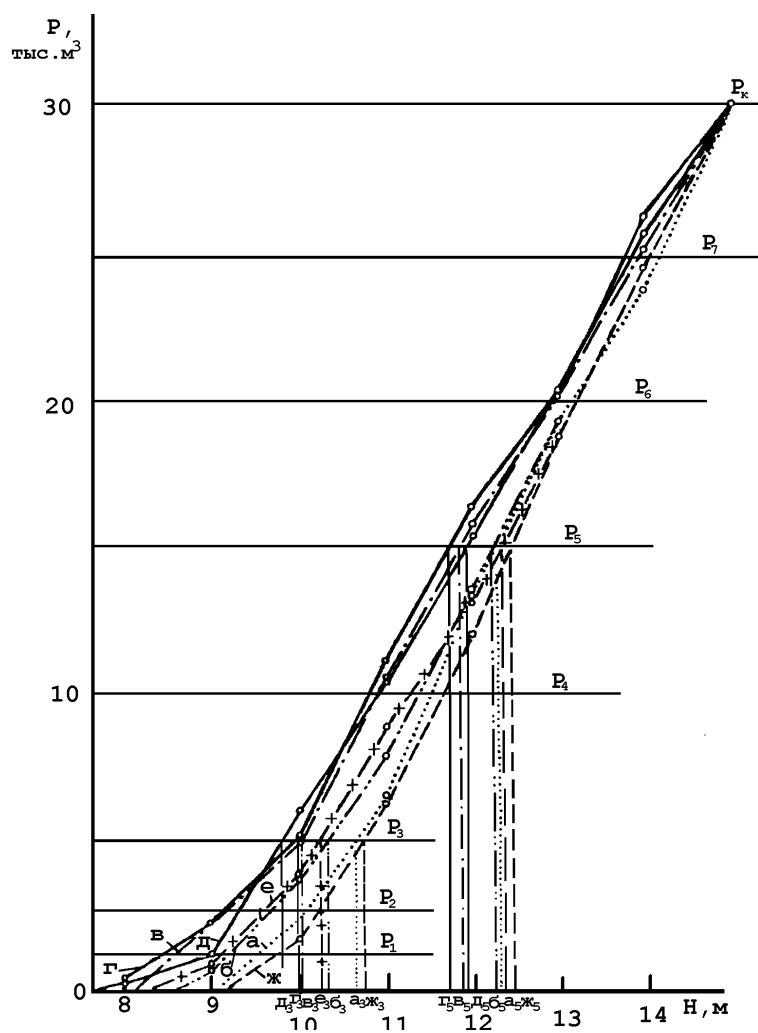


Рис. 4. График $P = f(H)$

Далее, помещая трафарет рабочей зоны в точках на изолиниях, замеряем объемы горной массы и заносим их в табл. 9 и 10.

Минимальные объемы горной массы на каждой изолинии (выделены в табл. 10) соответствуют минимальному среднему от начала разработки коэффициенту вскрыши, а значит, одному из положений линии направления углубки. Соединив между собой точки с минимальными объемами горной массы на всех изолиниях (см. рис. 3), получим направление углубки горных работ на данном разрезе на весь период разработки (линии Г, Г₁, В₂, Д₃, В₄, В₅, В₆, В₇).

Таблица 10
Результаты замеров объемов горной массы на поперечном разрезе, тыс.м³

Интервалы деления объемов руды	Объемы горной массы						
P ₁ = 1	84	85,4	74,0	73,0	92,8	92,8	92,3
P ₂ = 2,5	104,7	102,5	93,0	101,3	100,0	115,0	119,5
P ₃ = 5	132,5	133,0	131,3	137,0	129,7	138,8	140,5
P ₄ = 10	165,8	168,0	163,3	165,7	170,2	174,6	175,7
P ₅ = 15	193,8	193,3	191,7	194,3	198,9	201,6	201,9
P ₆ = 20	221	221,1	220,8	225,0	224,0	223,0	223,0
P ₇ = 25	243,5	243,5	241,3	242,7	241,7	242,4	242,4
	259,6	259,6	259,6	259,6	259,6	259,6	259,6

В табл. 11 приводятся варианты исходных данных (параметры элементов системы разработки) для решения задач с использованием приведенного разреза или любого другого. При этом заданные параметры предназначены для определения угла откоса рабочего борта φ , который затем

используется для построения трафарета рабочей зоны. Зависимость для определения угла φ имеет вид

$$\varphi = \arctg \frac{h}{B + h \times ctg \alpha},$$

где h – высота уступа, м;

B – ширина рабочей площадки, м;

α - угол откоса рабочего уступа, град.

Таблица 11

Варианты исходных данных для решения задач по условию примера 1

Номер варианта	Параметры элементов системы разработки		
	h, м	α , град.	B, м
1	10	60	40
2	12	65	45
3	15	70	50
4	20	75	55

Окончание табл. 11

Номер варианта	Параметры элементов системы разработки		
	h, м	α , град.	B, м
5	10	80	45
6	12	60	50
7	15	65	55
8	20	70	60
9	10	75	50
10	12	80	55
11	15	60	60
12	20	65	65
13	10	70	55
14	12	75	60
15	15	80	65
16	20	60	70
17	10	65	35
18	12	70	40
19	15	75	45
20	20	80	50
21	10	60	30
22	12	65	35
23	15	70	40
24	20	75	45

25	10	80	50
----	----	----	----