

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Кузбасский государственный технический  
университет имени Т.Ф. Горбачева»

Кафедра открытых горных работ

## **ГОРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЛАСТОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ**

Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине  
«Проектирование карьеров» для студентов специальности  
21.05.04 «Горное дело», образовательная программа «Открытые  
горные работы», всех форм обучения

Составители А. В. Селюков  
В. П. Жариков

Утверждены на заседании кафедры  
Протокол № 35 от 01.06.2015  
Рекомендованы к печати  
учебно-методической комиссией  
специальности 21.05.04  
Протокол № 6 от 02.06.2015

Электронная копия находится  
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2015

## **ВВЕДЕНИЕ**

Целью работы является получение студентами навыков расчета горно-геометрического анализа пластовых залежей.

Самостоятельная работа предназначена для изучения и закрепления знаний в 9, 10 семестрах по дисциплине «Проектирование карьеров» для студентов очной и заочной форм обучения специальности 21.05.04 «Горное дело», образовательная программа «Открытые горные работы».

Самостоятельная работа для студентов очной формы обучения включает выполнение 4-х расчетно-графических работ и выполнение курсовой работы, а для студентов заочной формы обучения – изучение теоретического материала в объеме очной формы обучения, выполнение 4-х расчетно-графических работ и контрольной работы.

Контрольная работа выполняется на основе данных индивидуального задания (см. приложение). Номер варианта выбирается по последним двум цифрам шифра зачетной книжки студента.

Выполнение контрольной и самостоятельной работы осуществляется по индивидуальному заданию и включает расчеты, поясняющие схемы и т.п. Оформляется с приложением необходимого графического материала, сдается на проверку преподавателю и затем защищается.

## Самостоятельная работа студента

### Очная форма обучения

*РГР № 1.* "Горно-геометрический анализ при продольной системе разработки горизонтальных и пологих залежей"

*РГР № 2.* "Горно-геометрический анализ при продольной системе разработки наклонных и крутых залежей".

*РГР № 3.* "Горно-геометрический анализ при поперечной системе разработки наклонных и крутых залежей".

*РГР № 4.* "Определение годовой производственной мощности"

**Курсовая работа.**

### Заочная форма обучения

*РГР № 1.* "Горно-геометрический анализ при продольной системе разработки горизонтальных и пологих залежей".

*РГР № 2.* " Горно-геометрический анализ при продольной системе разработки наклонных и крутых залежей".

*РГР № 3.* "Горно-геометрический анализ при поперечной системе разработки наклонных и крутых залежей".

*РГР № 4.* "Определение годовой производственной мощности"

**Курсовая работа.**

**Контрольная работа.**

## ГОРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЛАСТОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

*Общие сведения о горно-геометрическом анализе.* Горно-геометрический анализ карьерного поля (а. geometrical analysis of a quarry field; н. geometrische Tagebauanalyse; ф. analyse geometrique de champ de mine a ciel ouvert; и. analisis geometrico de una

mina a cielo abierto) – графическое или графо-аналитическое исследование развития горных работ в карьере [7].

*Цель горно-геометрического анализа* - определение зависимости извлекаемых объёмов горной массы, вскрышных пород, полезных ископаемых, а также коэффициента вскрыши от положений рабочей зоны карьера или времени. Установленные закономерности позволяют оценить изменение затрат, прибыли и других технико-экономических показателей в процессе разработки месторождения при различных вариантах проектируемого развития горных работ. Так же с помощью горно-геометрического анализа решаются различные вопросы проектирования: установление границ карьера и его конфигурации, выбора направления развития горных работ, схемы вскрытия, производственные мощности карьера, календарного плана горных работ. В СССР разработан метод горно-геометрического анализа, основанный на теории векторных приращений сложных топографических поверхностей (В. В. Ржевский, 1953). Сущность метода заключается в построении и анализе графиков режима горных работ, соответствующих исследуемым вариантам развития рабочей зоны карьера. По оси абсцисс графика режима откладываются этапы горных работ, а по оси ординат - приращения объёмов при единичном перемещении рабочей зоны карьера. Вычисление объёмов сводится к измерению площадей и длин отрезков. С помощью графиков режима оценивается возможная по горнотехническим условиям производительность карьера, объёмы горно-капитальных работ, производится регулирование текущего коэффициента вскрыши, составляется календарный график горных работ.

В 1956 разработан метод, позволяющий устанавливать пределы регулирования текущих коэффициентов вскрыши и усреднять текущие объёмы вскрышных работ (А. И. Арсентьев). Метод заключается в построении графиков нарастающих объёмов вскрыши как функции нарастающих по мере углубления карьера объёмов полезных ископаемых (для минимальных и максимальных углов откоса бортов карьера). С помощью этих графиков можно усреднять по периодам разработки текущий коэффициент

вскрыши и устанавливать необходимые объёмы горно-капитальных работ.

Согласно существующим теоретическим положениям [7] конечная глубина карьера определяется по граничному коэффициенту вскрыши ( $K_{гр}$ , м<sup>3</sup>/т), являющемуся экономическим показателем. Экономически целесообразно вести горные работы до глубины, при которой выполняется условия  $K_{гр}=K_{т}$ , где  $K_{т}$  – значение текущего коэффициента вскрыши, м<sup>3</sup>/т. При выполнении практической работы значение граничного коэффициента вскрыши принимается по результатам деятельности проектных организаций и практического опыта работы угольных предприятий Кемеровской области. Практическая работа может выполняться по материалам, полученным при прохождении производственных практик.

Из теории проектирования открытых горных работ [7] известно, что горно-геометрическим анализом устанавливается при заданном виде системы разработки распределение текущих объёмов горной массы, вскрышных пород, угля и текущего коэффициента вскрыши по глубине залежи. Далее на основе принятого критерия (как правило, граничного коэффициента вскрыши) устанавливается конечная глубина отработки залежи и, как функции этого параметра определяют объём горной массы карьерного поля, вскрыши и угля. При продольных системах разработки она устанавливается путем сравнения коэффициента вскрыши, вычисляемого при погоризонтном углублении горных работ, с экономически допустимым граничным коэффициентом вскрыши. Для этого на каждом горизонте рассчитываются объёмы горной массы, угля, пустой породы при углах наклона рабочих бортов. При достижении горизонта, на котором текущий коэффициент вскрыши равен граничному, отстраиваются борта погашения под углами со стороны висячего (пологие, наклонные, крутые залежи) и лежащего боков (крутые залежи) (рис.1.1).

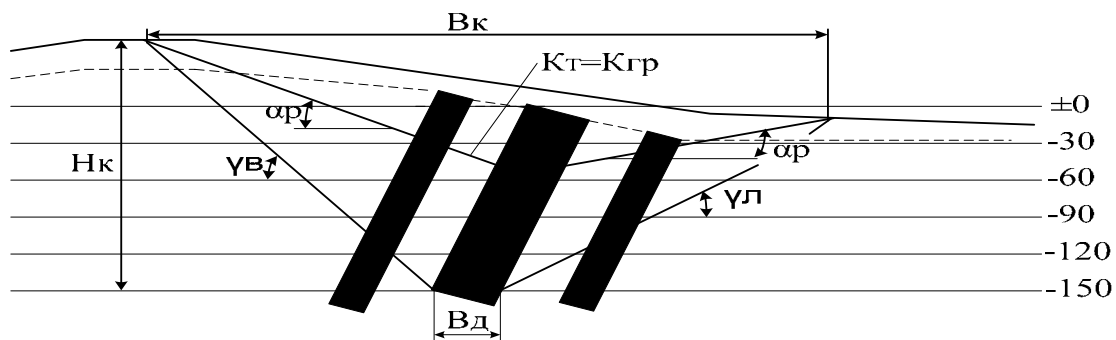


Рис. 1.1. Принципиальная схема к определению глубины разработки угольной залежи крутого падения при углубочной продольной двух бортовой системе разработки

При сплошных поперечных системах открытой разработки отличительной особенностью горно-геометрического анализа является определение текущего коэффициента вскрыши (рис. 1.2). Он вычисляется при нерабочих бортах карьера, углы наклонов которых равны углам погашения, а его величина не зависит от угла рабочего борта и равна его среднему значению.

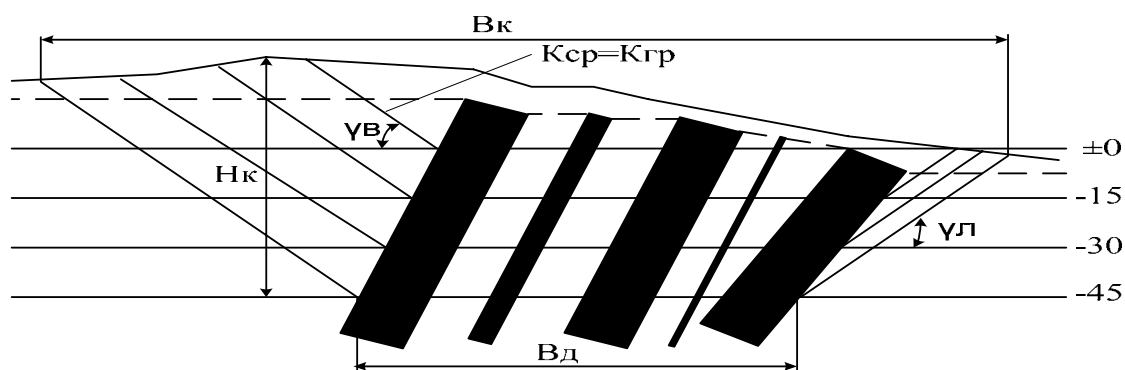


Рис. 1.2. Принципиальная схема к определению глубины разработки угольной залежи при поперечной сплошной системе разработки.

Средний коэффициент вскрыши устанавливается в границах контура каждого варианта по всем геологическим разрезам карьерного поля. Как функция конечной глубины отработки залежи определяется ширина карьера по поверхности, с учетом значений устойчивых углов бортов карьера и ширина по дну.

**Режим горных работ** – показывает распределение поэтапных объемов по глубине карьерного поля. Под **этапом производства горных работ** понимается углубление рабочей зоны карьерного поля на один горизонт, а извлекаемые на этапе производства объемы вскрышных и добычных работ тогда называются поэтапными. **График режима горных работ** – графическое представление распределения извлекаемых объемов горной массы, угля, вскрыши, коэффициента вскрыши по глубине горных работ при заданном виде системы разработки. Результаты анализа представляются в виде графиков функций или таблиц различной формы. Анализ осуществляется согласно предварительно выбранному главному направлению развития горных работ (варианту развития рабочей зоны). Таким образом, особенности горно-геометрического анализа карьерных полей складываются из того какой применяется вид системы разработки и технология.

## **Расчетно-графическая работа № 1**

### **Горно-геометрический анализ при продольной системе разработки горизонтальных и пологих залежей**

**Порядок выполнения горно-геометрического анализа** [8].

Горно-геометрический анализ осуществляется согласно предварительно выбранному главному направлению развития горных работ. При разработке пологопадающих угольных залежей на угольных разрезах Кемеровской области используется комбинированная транспортно-бестранспортная технология. То-

гда, в практической работе при разработке пологих угольных залежей главное направление развития горных работ можно принимать по стратиграфическим нижним пластам угольной свиты. Направление главного развития горных работ на профиле можно изобразить вычерчиванием поперечного контура бестранспортной заходки по каждому этапу производства горных работ [8].

На рис. 1.3 показан вариант горно-геометрического анализа свиты пологих пластов. Предполагаемая комбинированная разработка таких залежей: нижнее междупластье пл. 1 разрабатывается по бестранспортной технологии, а породугольная толща ниже и выше пл. 2 и до дневной поверхности - по транспортной. Породоугольная толща выше границы транспортной и бестранспортной технологий разрабатывается по транспортной технологии. За условную границу разделения транспортной и бестранспортной зон можно принять следующее положение: по модели применяемого в бестранспортной зоне драглайна устанавливаем предельную глубину черпания и откладывая эту величину над кровлей пл. 1 и получаем границу разделения каждой из технологий, если применяется усложненная бестранспортная технология, то этот параметр увеличиваем в несколько раз.

Анализ начинается с размещения на выходе нижнего (рис. 1.3) пласта разрезной траншеи, проходимой в период строительства карьера. При бестранспортной технологии ширина дна разрезной траншеи, которая служит первоначальной емкостью



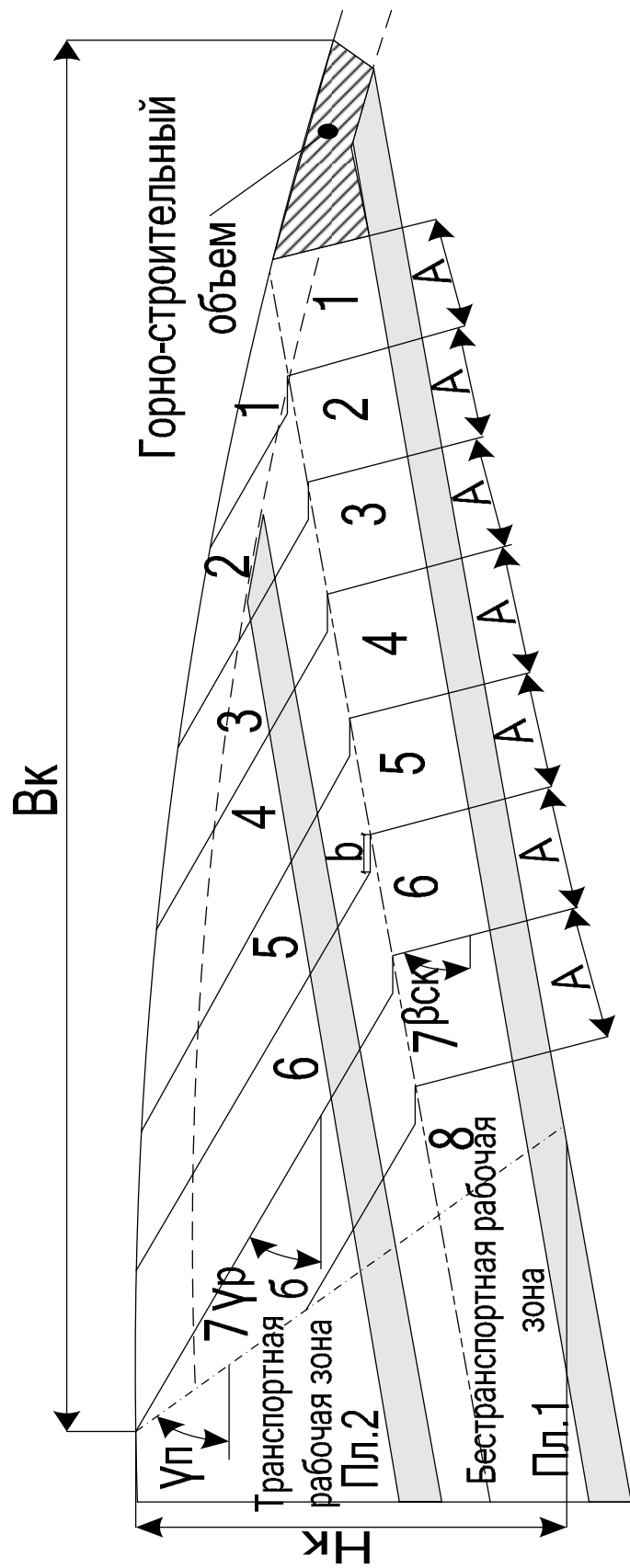


Рис. 1.3. Порядок выполнения горно-геометрического анализа пологих залежей

внутреннего отвала, принимается равной ширине (А) последующих вскрышных заходок. Значения ширины бестранспортных заходок (А) рассчитываются по моделям применяемых драглайнов и методическим рекомендациям приведенным в работе акад. В.В. Ржевского [7].

Угол откоса борта траншеи по коренным породам принимается равным  $75^\circ$  (в соответствии с углом наклона буровых скважин), а угол откоса уступа по рыхлым отложениям  $55^\circ$ .

Далее в бестранспортной зоне последовательно отстраиваются границы этапов разработки залежи по падению. Принимаем соответствие этапа бестранспортному уступу. Ширина этапа принимается равной ширине заходки вскрышного уступа А. Угол откоса уступа (этапа) по породе и углю равен  $75^\circ$ . Каждому этапу (i) присваивается порядковый номер ( $i = 1, 2, 3\dots$ ). В транспортной зоне номера этапов должны соответствовать номерам этапов бестранспортной зоны. Построение границ этапов в транспортной зоне производится следующим образом. За этап принимается наклонный (под углом рабочего борта) породугольный слой в виде трапеции или треугольника, по ширине в своей нижней части соответствующий ширине этапа бестранспортной зоны. Нижняя бровка рабочего борта откладывается на расстоянии ширины бермы (b) от верхней бровки бестранспортного уступа. Ширина бермы должна обеспечить установку бурового станка для бурения скважин по бестранспортному уступу (10–15 м). Угол наклона рабочего борта в транспортной зоне  $\gamma_{рб}$  рассчитывается согласно схеме на рис. 1.4.

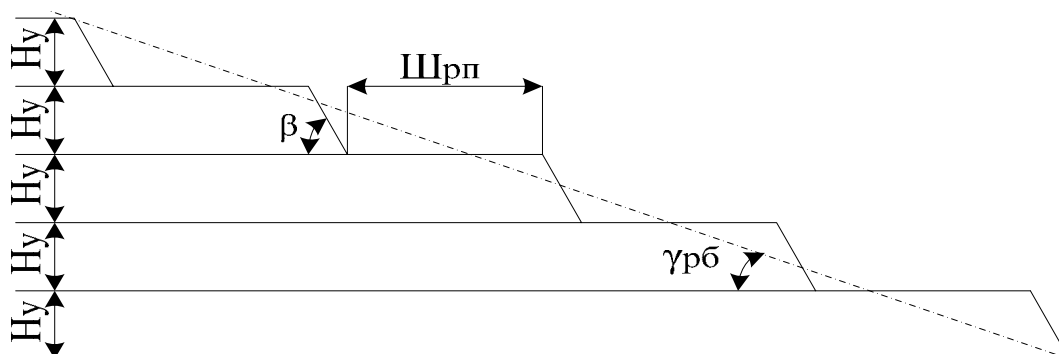


Рис. 1.4. Схема к определению угла наклона рабочего борта в транспортной зоне

Угол откоса рабочего борта равен, градусов:

$$\alpha_{рб} = \arctg \cdot [(j \cdot H_y) / ((j - 1) \cdot Ш_{рп} + j \cdot H_y \cdot \text{ctg } \beta)] \quad (1.1)$$

где  $H_y$  – высота уступа в транспортной зоне, м;  $Ш_{рп}$  – ширина рабочей площадки в транспортной зоне карьерного поля, м;  $\beta$  – рабочий угол откоса транспортного уступа ( $\beta = 75^\circ$ );  $j$  – число уступов в транспортной зоне (принимать в пределах  $j = 6 \div 7$ ).

Значения  $H_y$ ,  $Ш_{рп}$  рассчитывается из курса «Процессы открытых горных работ» или по рекомендациям, изложенным в работе акад. В.В. Ржевского [7].

Последовательно для каждого этапа графоаналитическим методом производится определение площадей ( $m^2$ ) горной массы  $S_{гм.i}$  и угля  $S_{у.i}$  (фактически находятся удельные объемы этих параметров, поскольку решается «плоская» задача, на один метр фронта работ). Результаты анализа при решении задачи в плоскости геологического разреза заносятся в табл. 1.1, в которой приведен пример расчета.

Таблица 1.1

Текущие значения площадей горной массы, угля, вскрышных пород и текущего коэффициента вскрыши

Этапы	Горная масса $S_{гм}, m^2$	Балансовые запасы угля		Вскрыша $S_{в.i}, m^2$	Текущий коэффициент вскрыши $K_{т.i}, m^3/t$
		$S_{у.i}, m^2$	$q_{у.i} t$		
1	350	60	81	290	3,6
2	555	105	142	450	3,2
3	645	105	142	540	3,8
4	658	105	142	553	3,9
5	689	105	142	584	4,1
6	912	143	193	769	4,0
7	1172	180	243	992	4,1

8	1271	180	243	1091	4,5
---	------	-----	-----	------	-----

Далее производится расчет поэтапных объемов горной массы ( $V_{гм.i}$ ), угля ( $V_{у.i}$ ) и вскрыши ( $V_{в.i}$ ).

При расчете объемов угля по пластам необходимо учесть изменения их длины по фронту работ из-за разноса бортов карьерного поля в его торцах (рис. 1.5).

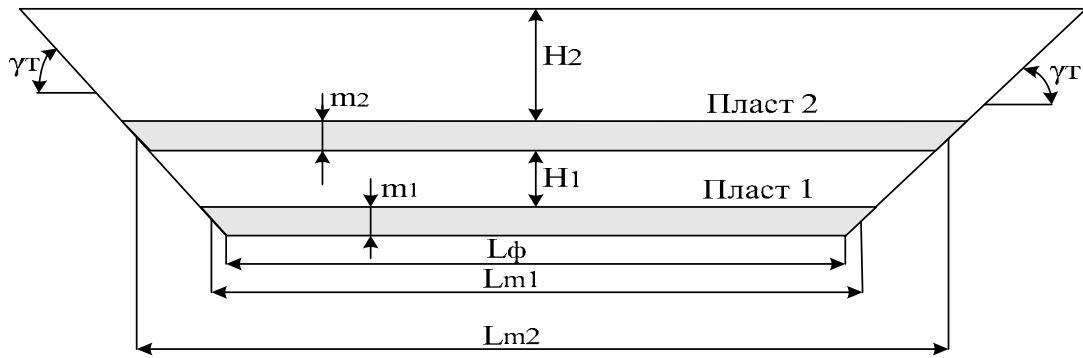


Рис. 1.5. Схема к расчету длин горизонтов

Формулы для расчета длины пластов по протяженности карьерного поля представлены ниже.

$$L_{m4} = L_{\phi} + 2 (m_1 + m_2 + H_1 + H_2 + H_3 + 0,5 \cdot m_4) \cdot \text{ctg } \gamma_t \quad (1.2)$$

$$L_{m3} = L_{\phi} + 2 (m_1 + m_2 + H_1 + H_2 + 0,5 \cdot m_3) \cdot \text{ctg } \gamma_t \quad (1.3)$$

$$L_{m2} = L_{\phi} + 2 (m_1 + H_1 + 0,5 \cdot m_2) \cdot \text{ctg } \gamma_t \quad (1.4)$$

$$L_{m1} = L_{\phi} + m_1 \cdot \text{ctg } \gamma_t \quad (1.5)$$

где  $L_{\phi}$  – длина карьерного поля по дну, м;  $m_1, m_2, m_3, m_4$  – нормальная мощность угольных пластов, м;  $H_1, H_2, H_3$  – нормальная мощность междупластий, м;  $\gamma_t$  – угол откоса борта в торцах карьерного поля, градусов.

В расчетах принимать  $\gamma_t = 38-40^\circ$ .

Объем угля по отдельному пласту на любом  $i$ -м этапе развития горных работ равен,  $\text{м}^3$ :

$$V_{y.j.i} = S_{y.j.i} \cdot L_{m.j}, \quad (1.6)$$

где  $j$  – номер пласта ( $j = 1; 2; 3; 4$ );  $S_{y.j.i}$  – площадь сечения  $j$ -го пласта на  $i$ -м этапе,  $\text{м}^2$ ;  $L_{m.j}$  – протяженность  $j$ -го угольного пласта в карьерном поле, м.

Объем угля на  $i$ -м этапе равен,  $\text{м}^3$ :

$$\sum V_{y.i} = V_{y.j.i}. \quad (1.7)$$

Общая масса угля на  $i$ -м этапе  $Q_{y.i}$  равна, т:

$$Q_{y.i} = \sum V_{y.i} \cdot \gamma_y. \quad (1.8)$$

Объем горной массы  $i$ -го этапа  $V_{гм.i}$  определяется по формуле ( $\text{м}^3$ ):

$$V_{гм.i} = S_{гм.i}^{12} \cdot L_{ср.i}, \quad (1.9)$$

где  $L_{ср.i}$  – средняя длина  $i$ -го этапа по направлению продольной оси карьерного поля, определяемая по формуле, м:

$$L_{cp.i} = L_d + H_i \cdot ctg \gamma_T \quad (1.10)$$

где  $H_i$  – высота  $i$ -го этапа, определяемая по перпендикуляру к почве нижнего пласта (рис. 1.4).

Параметр  $H_i$  графически измеряется для каждого этапа, а результат заносится в табл. 1.3.

Объем вскрышных пород  $i$ -го этапа  $V_{в.i}$  определяется по формуле,  $m^3$ :

$$V_{в.i} = V_{гм.i} - \sum V_{у.i}, \quad (1.11)$$

В табл. 1.3 приведен пример результатов измерения  $H_i$  и расчетов  $L_{cp.i}$ ,  $L_{m1}$ ,  $L_{m2}$ ,  $L_{m3}$ ,  $L_{m4}$ , а также определения объема горной массы  $V_{гм.i}$ , балансовых запасов угля  $Q_{у.i}$  и объема вскрыши  $V_{в.i}$  для геологического разреза. Далее для получения окончательных результатов горно-геометрического анализа необходимо учесть влияние потерь угля в карьерном поле на эксплуатационный объем вскрыши и эксплуатационный текущий коэффициент вскрыши, так как потерянный уголь уменьшает величину балансовых запасов угля.

Объем потерянного угля вывозится из карьера вместе с вскрышей, следовательно, увеличивается объем вскрыши.

Производят следующие вычисления:

По этапам горных работ определяются промышленные запасы угля в их объемном выражении  $V_{у.п.i}$  ( $m^3$ ) и в массовом  $Q_{у.п.i}$  (т):

$$\sum V_{у.п.i} = \sum V_{у.i} \cdot (1 - \Pi) \quad (1.12)$$

Увеличение объема вскрыши от потерянного угля ( $\Delta V_{в.i}$ ) составит

$$\Delta V_{в.i} = \sum V_{у.i} \cdot \Pi \quad (1.13)$$

Тогда эксплуатационный объем вскрышных пород  $V_{в.э.i}$  равен,  $m^3$ :

$$V_{в.э.i} = V_{в.i} + \Delta V_{в.i} \quad (1.14)$$

Эксплуатационный текущий коэффициент вскрыши  $K_{тэ.i}$  ( $m^3/t$ ):

$$K_{тэ.i} = V_{в.э.i} / Q_{у.п.i} \quad (1.15)$$

Результаты корректировки объемов из-за потерь угля заносятся в итоговую таблицу. Вид итоговой таблицы и пример ее заполнения приведен ниже (табл. 1.2).

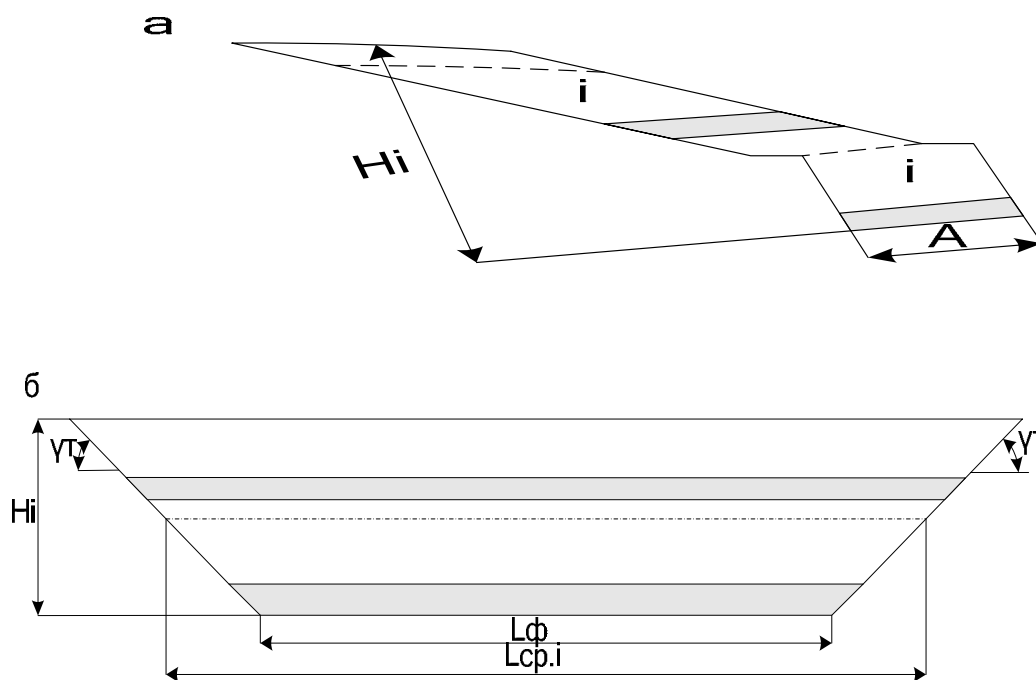


Рис. 1.6. Расчетные схемы для определения объема горной массы [8]: а – порядок определения высоты этапа  $H_i$ ; б – порядок определения средней длины этапа  $L_{cp.i}$

Таблица 1.2

Таблица линейных параметров этапов и объемов горной массы  $V_{гм.i}$ , балансовых запасов угля  $V_{у.i}$  и геологических объемов вскрышных пород  $V_{в.i}$

Номер этапа	$H_i$ , м	$L_{cp.i}$ , м	$S_{гм.i}$ , м <sup>2</sup>	$V_{гм.i}$ , тыс.м <sup>3</sup>	$S_{у.i}$ , м <sup>2</sup>	$L_{м1}$ , м	$V_{у.1}$ , тыс.м <sup>3</sup>	$S_{у.2}$ , м <sup>2</sup>	$L_{м2}$ , м	$V_{у.2}$ , тыс.м <sup>3</sup>	$S_{у.3}$ , м <sup>2</sup>	$L_{м3}$ , м	$V_{у.3}$ , тыс.м <sup>3</sup>	$S_{у.4}$ , м <sup>2</sup>	$L_{м4}$ , м	$V_{у.4}$ , тыс.м <sup>3</sup>	$\sum V_{у.1-4}$ , тыс.м <sup>3</sup>	$Q_{у.1}$ , тыс.т	$V_{в.1}$ , тыс.м <sup>3</sup>
1	29	2534	350	887	60	2505	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	202	737
2	38	2545	555	1412	60	2505	150	45	2556	115	-	-	-	-	-	-	265	358	1147

3	43	2551	645	1645	60	2505	150	45	2556	115	-	-	-	-	-	-	265	358	1380
4	42	2550	658	1678	60	2505	150	45	2556	115	-	-	-	-	-	-	265	358	1413
5	43	2551	689	1758	60	2505	150	45	2556	115	-	-	-	-	-	-	265	358	1493
6	56	2567	912	2341	60	2505	150	45	2556	115	25	2603	65	10	2618	26	356	480	1985
7	75	2589	1172	3034	60	2505	150	45	2556	115	37,5	2603	97	37,5	2618	98	460	621	2574
8	80	2595	1271	3298	60	2505	150	45	2556	115	37,5	2603	97	37,5	2618	98	460	621	2838

В нижнем правом углу таблицы необходимо занести среднее значение коэффициента вскрыши по карьерному полю  $K_{ср}$ , рассчитываемого по формуле,  $м^3/т$ :

$$K_{ср} = \sum V_{в.э.i} / \sum Q_{у.п.i} \quad (1.16)$$

Результаты горно-геометрического анализа представляются также в виде итоговой таблицы (табл. 1.3) и сводного графика режима горных работ (рис. 1.7).

Таблица 1.3

Итоговая таблица поэтапных объемов горной массы, вскрышных пород, угля и текущего эксплуатационного коэффициента вскрыши

Этапы	Горная масса $V_{гм.i}$ , тыс. $м^3$	Запасы угля				Объем вскрышных пород		Эксплуатационный коэффициент вскрыши $K_{т.э.i}$ , $м^3/т$
		балансовые		промышленные		геологический $V_{в.i}$ , тыс. $м^3$	эксплуатационный $V_{в.э.i}$ , тыс. $м^3$	
		$V_{у.i}$ , тыс. $м^3$	$Q_{у.i}$ , тыс. т	$\sum V_{у.п.i}$ , тыс. $м^3$	$Q_{у.п.i}$ , тыс. т			
1	88	150	202	142	191	737	744	3,88
2	14	265	358	251	340	1147	1160	3,41
3	16	265	358	2517	340	1380	1393	4,10
4	16	265	358	2517	340	1413	1426	4,19
5	17	265	358	2517	340	1493	1506	4,43



6	23	356	480	3382	456	1985	2003	4,39
7	30	460	621	4370	590	2574	2597	4,40
8	32	460	621	4370	590	2838	2861	4,85

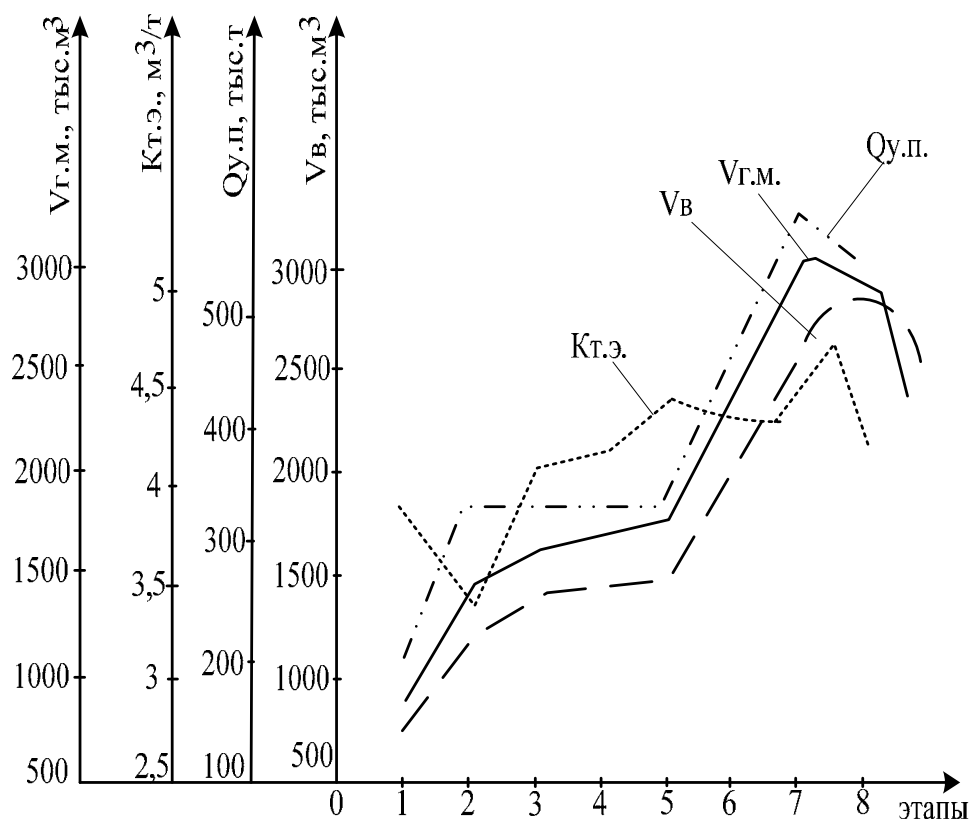


Рис. 1.7. Пример сводного графика режима горных работ:  
 $V_{Г.м.}$  – горная масса, тыс.  $m^3$ ;  $V_{в.э.}$  – вскрышная порода при эксплуатации карьера, тыс.  $m^3$ ;  $Q_{у.п.}$  – промышленные запасы угля, тыс.  $m^3$ ;  $Кт.э.$  – текущий эксплуатационный коэффициент вскрыши,  $m^3/t$

## Расчетно-графическая работа № 2

### Горно-геометрический анализ при продольной системе разработки наклонных и крутых залежей

**Выбор главного направления развития горных работ.** При разработке свиты наклонных и крутых угольных пластов главное направление горных работ можно принимать по наиболее мощному пласту свиты. Первоочередное углубление горных

работ по каждому горизонту осуществляется с проходки разрезной траншеи, которая привязывается к этому пласту. Для осуществления горно-геометрического анализа наклонных и крутых залежей на геологическом разрезе наносятся линии горизонтов, отстоящие друг от друга на расстоянии, равном высоте уступа Ну (рис. 2.1, 2.2). Углубление горных работ на каждый горизонт осуществляется проходкой разрезной траншеи.

Углубление рабочей зоны карьерного поля на один горизонт называется **этапом производства горных работ**. Выполняемые при этом объемы вскрышных и добычных работ по горизонтам на рабочих бортах (в наклонных ступенчатых слоях – 1, 2, 3...) называются **текущими объемами**.

Для дальнейшего изложения материала следует ввести следующие понятия:

– **горизонт вскрытия** – это тот горизонт, на который пройдена разрезная траншея;

– **горизонт производства горных работ** – это все горизонты выше горизонта вскрытия, на которых производятся горные работы;

– если на какой-либо горизонт проходится разрезная траншея, то этот горизонт считается частным случаем горизонта производства горных работ.

Ширина дна разрезной траншеи  $B_t$  зависит от модели экскаватора, осуществляющего ее проходку.

Значение  $B_t$ , можно рассчитать согласно рекомендациям работы «Типовые технологические схемы...».

С целью снижения потерь угля при выемке пласта разрезная траншея проходится со стороны его кровли. Разрезная траншея может проходиться или по породе с обнажением (вскрытием) кровли пласта (рис. 2.3а) или непосредственно по пласту с присечкой породы со стороны кровли пласта (рис. 2.3б). При разработке свиты угольных пластов первоочередное углубление горных работ по каждому горизонту осуществляется с проходки раз-

резной траншеи. С целью снижения потерь угля при выемке пласта разрезная траншея проходится со стороны его кровли.

Направление главного развития горных работ на геологическом профиле изображается вычерчиванием поперечного контура разрезной траншеи по каждому горизонту от верхнего до предпоследнего.

Предусматривается, что при затухании горных работ самый нижний горизонт будет вскрыт разрезной траншеей, пройденной непосредственно по пласту с присечкой породы в кровле.

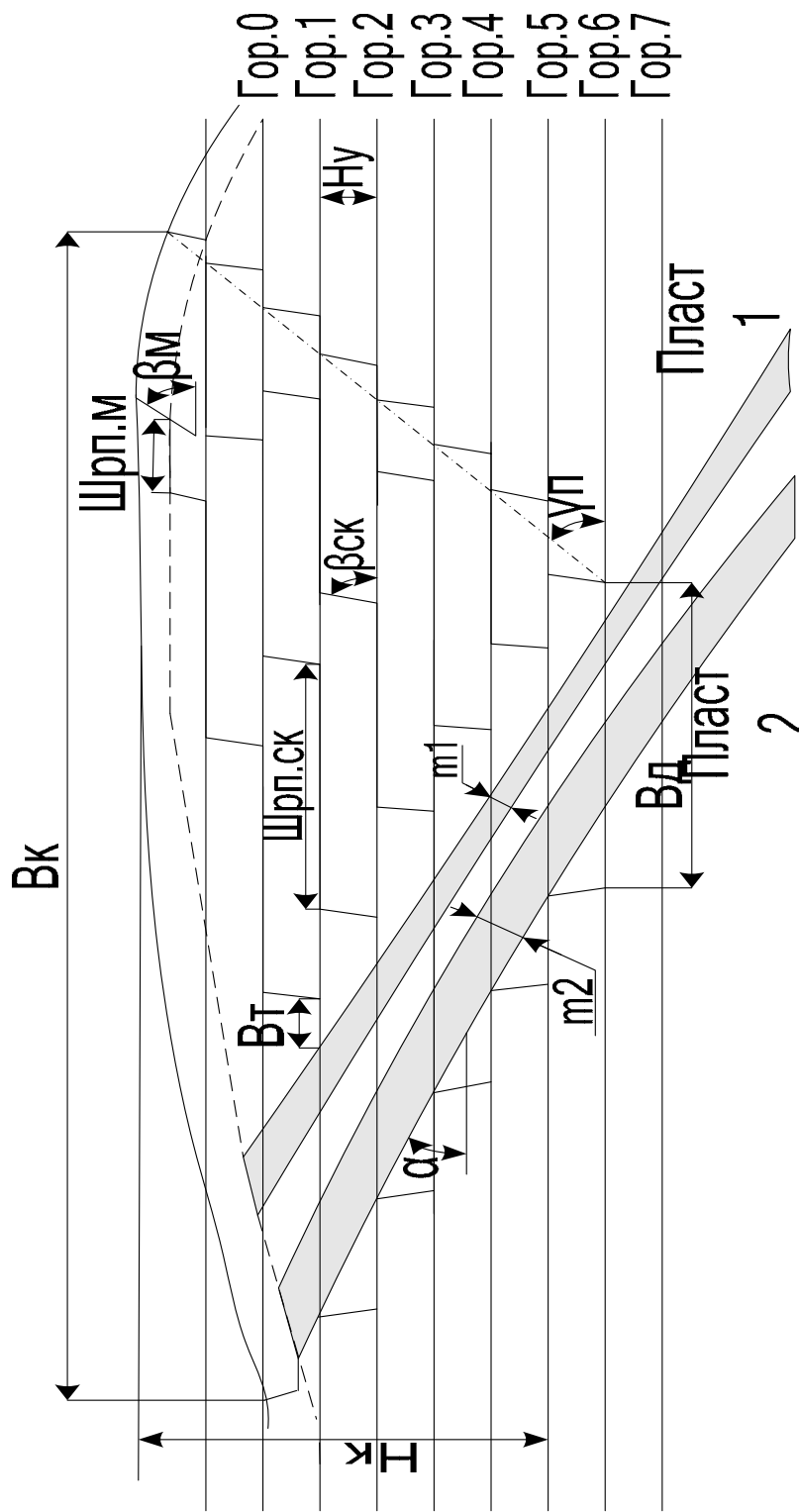


Рис. 2.1. Порядок выполнения горно-геометрического анализа наклонной залежи при углубочной продольной однооборотной системе разработки

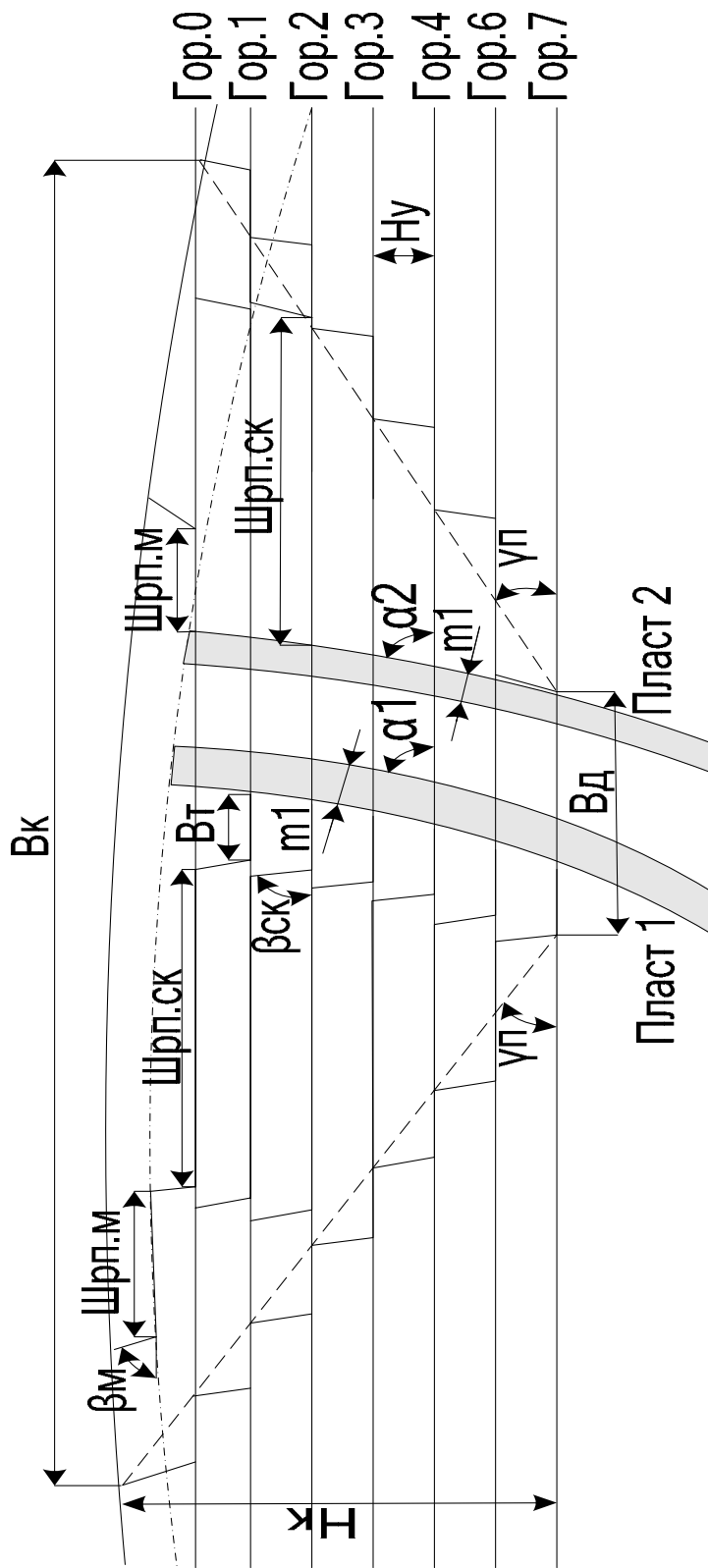


Рис. 2.2. Порядок выполнения горно-геометрического анализа крутопадающей залежи при углубочной продольной двухбортовой системе разработки

Далее для каждого горизонта отстраиваются рабочие борты карьерного поля ступенчатой формы. Ширина “ступенек” равна ширине рабочих площадок по мягким и скальным породам, которая принимается по данным работы [7,10].

Для обеспечения наиболее крутого угла рабочего борта ширину рабочей площадки следует принимать минимально допустимой за исключением случаев, когда при отгоне уступа встречается угольный пласт. Рассчитанные значения площадей заносят в таблицы. В таблицах по вертикали указаны вскрываемые горизонты при углублении горных работ, а по горизонтали – места (горизонты) производства вскрышных и добычных работ для каждого вскрытого горизонта. Во избежание лишних расчетов рекомендуется первоначально отстроить борта на 3-4 горизонта, затем произвести расчеты по определению текущего коэффициента вскрыши и только после его сравнения с граничным принимать решение на дальнейшее углубление горных работ.

При  $K_{гр} \approx K_{т.i}$  фиксируются точки верхних бровок верхних уступов и графически измеряется ширина карьера по поверхности Вк. Углубление горных работ продолжается, но разнос рабочих бортов в этом случае ограничен бортами погашения карьерного поля. При  $K_{гр} > K_{т.i}$  углубление горных работ продолжается до выполнения условия  $K_{гр} \approx K_{т.i}$ .

После выполнения условия  $K_{гр} = K_{т.i}$  и определения ширины карьерного поля по поверхности, для продолжения расчетов по углублению горных работ необходимо отстроить борты погашения карьерного поля с висячего и лежащего боков залежи. Для этого от точек фиксирующих ширину карьера по верху проводят линии борты погашения со стороны висячего бока залежи под углом  $\gamma_{п} = 38^{\circ}$  (наклонная залежь) и как со стороны висячего и лежащего боков залежи (крутая залежь) так же под углом  $\gamma_{п} = 38^{\circ}$ . Расчетное положение дна карьерного поля определяется из условия обеспечения ее ширины не менее 30 м [11].

Расчеты параметров при горно-геометрическом анализе производятся в два этапа. На первом решается задача в плоскости геологического разреза («плоская» задача): ее решение заключа-

ется в определении текущих значений площадей горной массы ( $S_{гм.i}$ ,  $m^2$ ), угля ( $S_{у.i}$ ,  $m^2$ ), породы вскрыши ( $S_{у.в.i}$ ,  $m^2$ ) и текущего коэффициента вскрыши ( $K_{т.i}$ ,  $m^3/t$  – из расчета на один метр протяженности залежи) по этапам развития горных работ; на втором этапе определяются объемы тех же элементов  $V_{гм.i}$ ,  $V_{у.i}$ ,  $V_{у.в.i}$ ,  $K_{т.i}$  с учетом протяженности карьерного поля и нормативных потерь угля. Текущие значения площадей  $S_{гм.i}$  и  $S_{у.i}$  определяют графо-аналитическим методом, а результаты заносятся, в соответствующие таблицы.

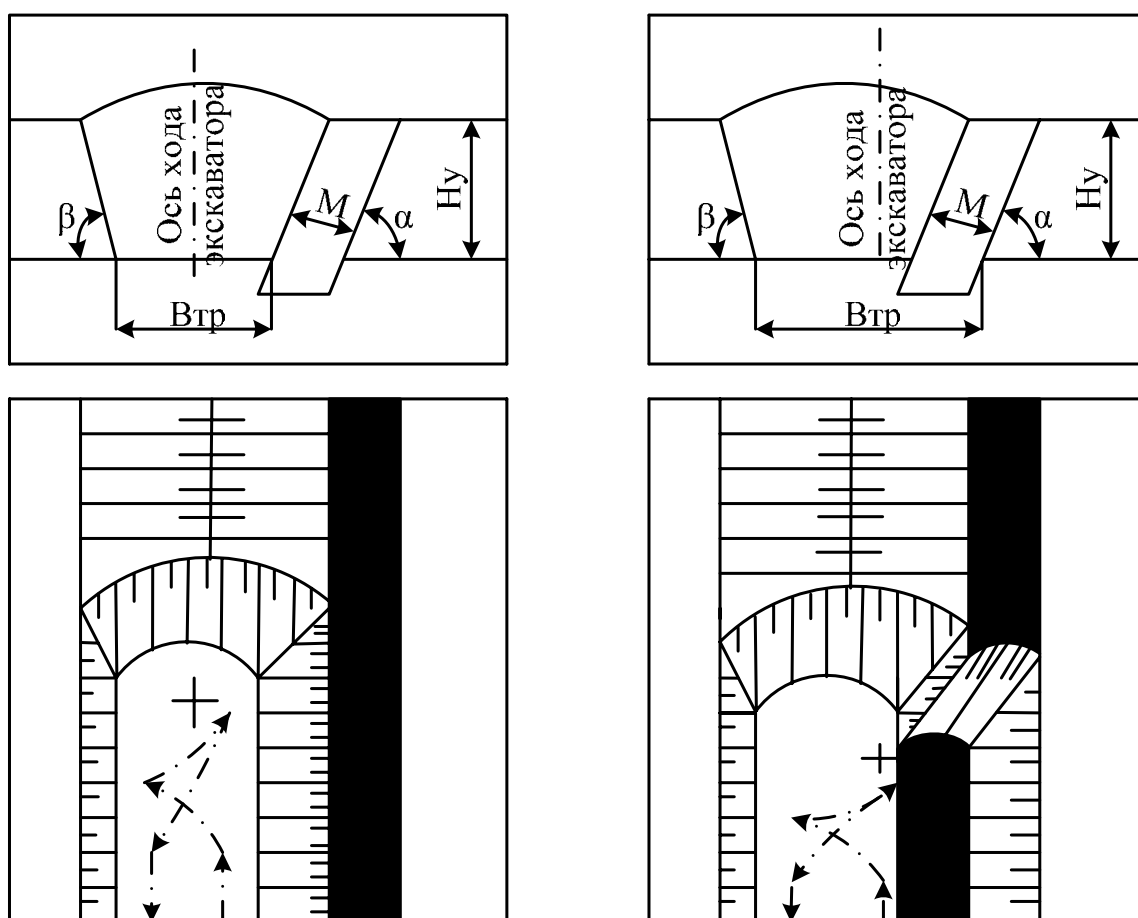


Рис. 2.3. Варианты проходки разрезной траншеи при вскрытии угольного пласта [8]: а – по породе; б – по пласту с присечкой породы

Погоризонтные площади вскрышной породы определяются как разница между значениями горной массы и балансовыми запасами угля, и составляется аналогичная таблица. Примеры значения площадей горной массы, угля и вскрыши по профилям приведены далее.

Таблица 2.1

Поэтапные значения площадей горной массы по профилю 1

Горизонт вскрытия, м	Горизонт производства горных работ, м								Итого горной массы, м <sup>2</sup>
	+426	+408	+390	+372	+354	+336	+318	+300	
+372	1739,7	2036,2	2180,7	2373,08					8329,8294
+354	302,24	3425,5	6487,6	8272,36	7618,45				26106,2299
+336				1666,86	2710,56	2876,05			7253,4
+318				1833,0	2753,76	2753,76	2394,65		9735,212
+300				1168,70	2946,41	2946,41	2946,41	2601,09	12609,03

Таблица 2.2

Поэтапные значения площадей угля по профилю 1

Горизонт вскрытия, м	Горизонт производства горных работ, м								Итого угля, м <sup>2</sup>
	+426	+408	+390	+372	+354	+336	+318	+300	
+372				628,6208					628,6208
+354					2787,5485				2787,5485
+336						1457,9255			1457,9255
+318				30,1002	30,2599		897,9216		958,2817
+300					103,2951			1094,0314	1197,3265



Таблица 2.3

## Поэтапные значения площадей вскрыши по профилю 1

Горизонт вскрытия, м	Горизонт производства горных работ, м								Итого вскрыши, м <sup>2</sup>
	+426	+408	+390	+372	+354	+336	+318	+300	
+372	1739,7	2036,2	2180,0	1744,46					7701,2086
+354	302,24	3425,5	6487,6	8272,36	4830,88				23318,6814
+336				1666,86	2710,564	1418,085			5795,5135
+318				1802,92	2723,50	2753,761	1496,737		8776,9295
+300				1168,70	2843,11	2946,416	2946,416	1507,06	11411,71

Таблица 2.4

## Определению границ карьера по профилю 1

Горизонты вскрытия, м	Горная масса, м <sup>2</sup>	Балансовые запасы угля		Вскрыша, м <sup>2</sup>	Текущий коэффициент вскрыши, м <sup>3</sup> /т
		м <sup>2</sup>	т*		
+372	8329,83	628,62	848,64	7701,21	9,07
+354	26106,23	2787,55	3762,19	23318,68	6,19
+336	7253,44	1457,92	1968,2	5795,51	2,94
+318	9735,21	958,28	1293,68	8776,93	6,78
+300	12609,03	1197,32	1616,38	11411,71	7,06

\*- в учебных целях плотность угля принять 1,35 т/м<sup>3</sup>

Текущие объемы горной массы, вскрышных пород. запасов угля по каждому горизонту производства горных работ рассчитываются по формуле (м<sup>3</sup>)

$$V_i = ((S1_i + S2_i) / 2) \cdot l_{cp.i} \quad (2.1)$$

где S1<sub>i</sub> и S2<sub>i</sub> – текущие значения площадей горной массы и угля по профилям 1 и 2 соответственно, м<sup>2</sup>; i – порядковый номер горизонта производства горных работ; l<sub>cp.i</sub> – длина i-го горизонта производства горных работ, м.

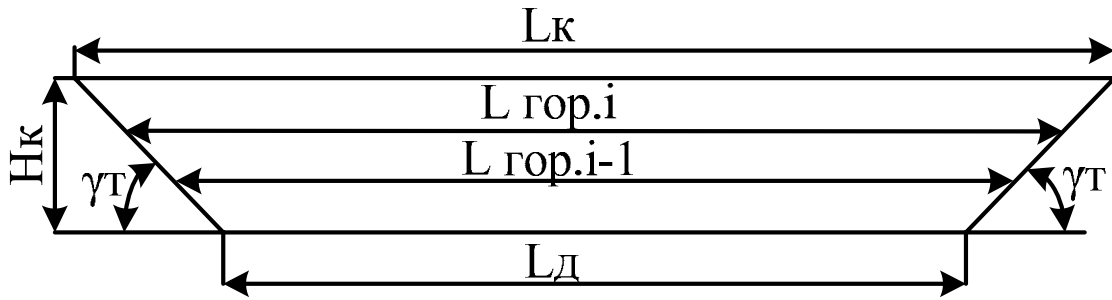


Рис. 2.5. Схема к расчету длин горизонтов производства горных работ

Промышленные запасы угля рассчитываются по формуле ( $\text{м}^3$ , т)

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{бал}} \cdot K_{\text{изв}}, \quad (2.2)$$

где  $Q_{\text{пр}}$  – промышленные запасы угля,  $\text{м}^3$ , т;  $Q_{\text{бал}}$  – балансовые запасы угля,  $\text{м}^3$ , т;  $K_{\text{изв}}$  – коэффициент извлечения угля.

Эксплуатационный объем вскрышных пород определяется по формуле

$$V_{\text{в}} = V_{\text{вг}} + Q_{\text{бал}} \cdot (1 - K_{\text{изв}}) \quad (2.3)$$

где  $V_{\text{в}}$  – эксплуатационный объем вскрышных пород,  $\text{м}^3$ ;  $V_{\text{вг}}$  – геологический объем вскрышных пород,  $\text{м}^3$ .

Результаты расчетов сводятся в таблицы текущих погоризонтных объемов горной массы, угля. На их основе составляется итоговая таблица горно-геометрического анализа карьерного поля.

Таблица 2.5

Текущие объемы горной массы  
по горизонтам вскрытия и производства горных работ

Горизонт вскрытия, м	Горизонт производства горных работ, м								Итого горной массы, м <sup>3</sup>
	+426	+408	+390	+372	+354	+336	+318	+300	
+372	85093	1604	1574	135112					53816517
+354	13660	1525	2859	207972	213366				87349163
+336				833398	119613	114008			31696914
+318				564797	140237	142394	124986		46409771
+300				509792	127168	125813	124458	108676	53709684
									27298128

Таблица 2.6

Текущие объемы вскрыши  
по горизонтам вскрытия и производства горных работ

Горизонт вскрытия, м	Горизонт производства горных работ, м							Итого вскрыши, м <sup>3</sup>
	+408	+390	+372	+354	+336	+318	+300	
+372	576720	62292	5972352					12362485
+354			62231	7891549				7891549
+336			131298	220048	5076443			5427790
+318			131298	243442	176759	48808		5432393
+300				445827			4570965	5016792
								36131011

Таблица 2.7

Текущие объемы угля  
по горизонтам вскрытия и производства горных работ

Горизонт вскрытия, м	Горизонт производства горных работ, м								Итого угля, м <sup>3</sup>
	+426	+408	+390	+372	+354	+336	+318	+300	
+372	8509	10280 987	15124 765	753888					4145403
+354	1360	1525	2859	207972	134451				7945761
+336				820268	117413	632436			2626835
+318				551667	137803	140626	761774		4097737
+300				509792	122710	125813	124458	629666	4869289
									2368502

Таблица 2.8

Итоговые объемы горной массы, вскрышных пород,  
угля и эксплуатационные коэффициенты вскрыши по  
горizontам вскрытия карьерного поля

Гори- зонты вскры- тия, м	Горная масса, тыс. м <sup>3</sup>	Запасы угля				Объем вскрышных пород		Эксплуата- ционный коэффици- ент вскры- ши, м <sup>3</sup> /т
		балансовые		промышленные		геологи- ческий, тыс. м <sup>3</sup>	эксплуата- ционный, тыс. м <sup>3</sup>	
		тыс. м <sup>3</sup>	тыс. т	тыс. м <sup>3</sup>	тыс. т			
+372	53816,5	1236	1668	1186	1602	41545,03	40959,53	2,6
+354	87349,1	7891	1065	7575	1022	79457,61	79141,95	7,7
+336	31696,1	5427	7327	5210	7034	26268,36	26051,24	3,7
+318	46409,7	5432	7333	5215	7040	40977,38	40760,08	5,8
+300	53709,6	5016	6772	4816	6501	48692,89	48492,22	7,5
Всего	272981	3613	4877	3468	4682	236850,27	235405,03	

Средний коэффициент вскрыши по карьере составляет 5,03 м<sup>3</sup>/т.

На основе итоговой таблицы погоризонтных значений объемов горной массы, вскрышных пород и угля строят сводный график режима горных работ (рис. 2.6).

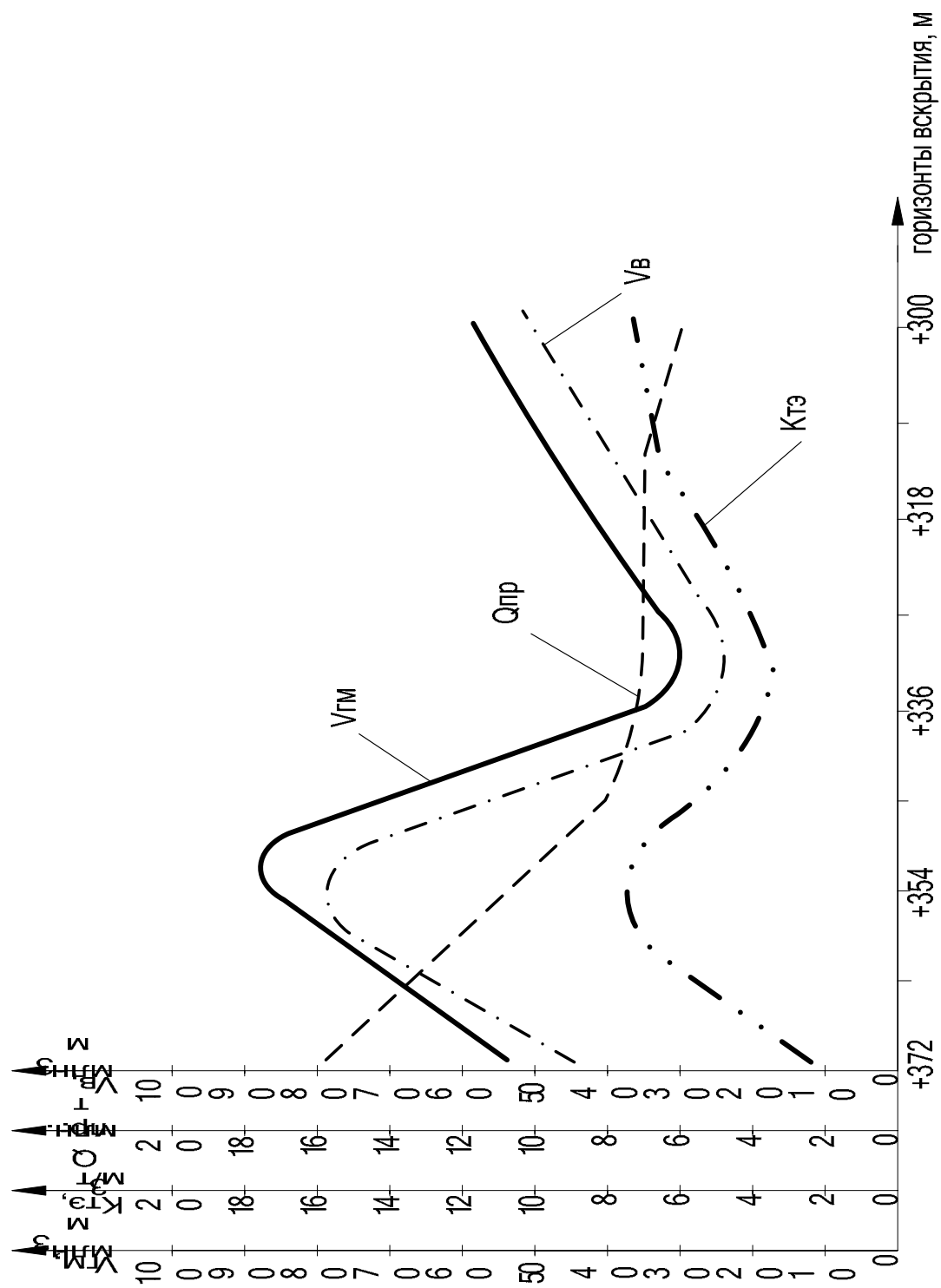


Рис. 2.6. Сводный график режима горных работ при разработке угольной залежи при углубочной продольной системе разработки

Для этого на оси абсцисс в выбранном масштабе откладывают горизонты вскрытия от верхнего до нижнего. Затем строят четыре оси ординат: объем горной массы ( $V_{гм}$ ), поэтапные объемы вскрыши ( $V_{в}$ ), объемы промышленных запасов угля ( $Q_{п}$ ) и текущий эксплуатационный коэффициент вскрыши ( $K_{тэ}$ ). Далее для каждого горизонта вскрытия согласно данным итоговой таблицы откладывают ординаты  $V_{гм}$ ,  $V_{в}$ ,  $Q_{п}$  и  $K_{тэ}$ .

Сводный график режима горных работ получают соединением конечных точек соответствующих ординат горной массы, угля и вскрыши по этапам (горизонтам) горных работ в границах карьерного поля. Сводные графики объемов имеют свойство: общая площадь, заключенная между осью высотных отметок и графиком горной массы (вскрыши, угля) до какой-либо высотной отметки, означает общий извлекаемый объем горной массы (вскрыши, угля) при проведении горных работ до указанной отметки дна разрезной траншеи.

### Расчетно-графическая работа № 3

#### Горно-геометрический анализ при поперечной системе разработки наклонных и крутых залежей

Для осуществления горно-геометрического анализа на геологическом разрезе наносятся линии горизонтов, отстоящие друг от друга на расстоянии, равном высоте уступа. Углубление карьерного поля на один горизонт называется этапом производства горных работ. Выполняемые при этом объемы вскрышных и добычных работ по горизонтам на рабочих бортах называются **текущими объемами**. При дальнейших расчетах следует ввести следующие понятия.

**Горизонт привязки.** Проводится через точку пересечения почвы стратиграфически нижнего пласта рассматриваемого варианта разработки свиты с линией выхода этого пласта под наносы.

Углы откосов бортов карьера первого этапа принимаются равными углам устойчивости соответственно со стороны висячего и лежащего боков пластов свиты. Площадь вскрыши определяется, как разность горной массы и угля. При увеличении глубины разработки залежи от  $i$ -го до  $(i+1)$  горизонтов к площади горной массы и угля предшествующего контура (этапа) с нарастающим итогом добавляются аналогичные площади приращаемого контура карьерного поля.

Таблица 3.1

Текущие площади горной массы, угля, вскрышных пород и текущего коэффициента вскрыши по горизонтам горных работ

Горизонт производства горных работ, м	Горная масса $V_{ГМ}, м^2$	Запасы угля $Q_u, м^2$		Вскрыша $V_B, м^2$	Текущий коэффициент вскрыши Кв.т, $м^2/т$
		$м^2$	т		
0	320	20	27	300	11,1
1	480	50	67,5	430	6,3
2	550	90	121,5	460	3,7
3	690	120	162	1270	7,8

По результатам расчета примера установлено: условие  $K_{гр} = K_t$  имеет место на горизонте 3; глубина карьера составляет  $H_k = 75$  м; ширина карьерного поля по поверхности  $B_k = 430$  м; ширина дна карьерного поля  $B_d = 230$  м; число горизонтов производства работ  $n = 4$ ;

Для расчета объемов по этапам горных работ определяются длины уступов по горизонтам производства горных работ  $L_i$  по формуле, м:

$$L_i = L_d + 2 \cdot H_u \cdot [(n - 1) + 0,5] \cdot \text{ctg } \gamma_t, \quad (3.1)$$

где  $i$  – порядковый номер уступа, начиная с верхнего;  $n$  – общее число уступов;  $L_d$  – длина дна карьерного поля, м;  $H_u$  – высота уступа, м;  $\gamma_t$  – угол откоса торцов карьерного поля, град.



Длина карьерного поля по поверхности  $L_k$  определяется по формуле, м:

$$L_k = L_d + 2 \cdot H_k \cdot \operatorname{ctg} \gamma_T, \quad (3.2)$$

где  $H_k$  – глубина карьерного поля (измеряется по расчетной схеме горно-геометрического анализа), м.

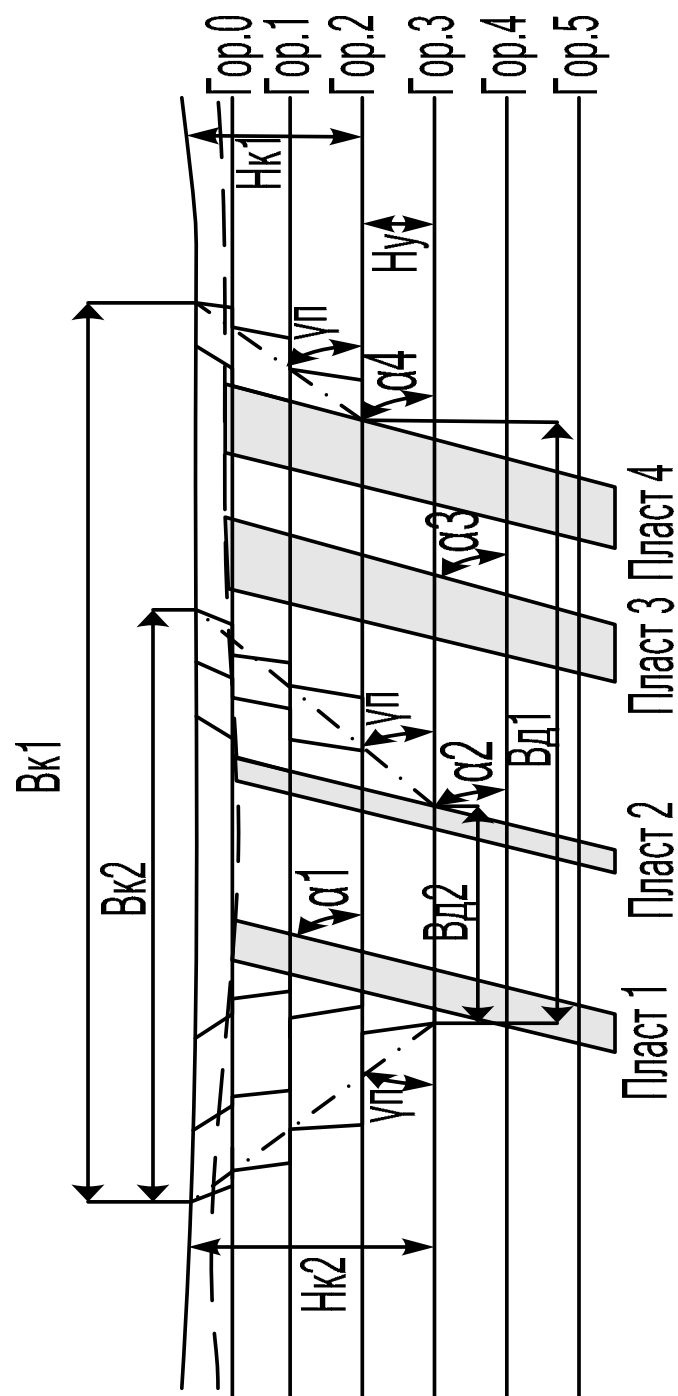


Рис. 3.1. Схемы к определению глубины разработки угольной залежи:

а – при продольной системе разработки; б – при поперечной системе разработки

Таблица 3.2

Текущие объемы горной массы, угля, вскрышных пород и текущего коэффициента вскрыши по горизонтам горных работ

Горизонт производства горных работ, м	Горная масса $V_{ГМ}$ , м <sup>3</sup>	Запасы угля $Q_u$ , м <sup>2</sup>		Вскрыша $V_B$ , м <sup>3</sup>	Текущий коэффициент вскрыши Кв.т, м <sup>3</sup> /т
		м <sup>3</sup>	т		
0	320000	20000	27000	300000	11,1
1	480000	50000	67500	412500	6,1
2	550000	90000	121500	428500	3,5
3	690000	120000	162000	528000	7,8

На основе итоговой таблицы погоризонтных значений объемов горной массы вскрышных пород и угля строят сводный график режима горных работ для этого на оси абсцисс в выбранном масштабе откладывают горизонты (рис. 3.2). Затем строят четыре оси ординат: объем горной массы, объемов вскрыши, объемов запасов угля и текущего эксплуатационного коэффициента вскрыши.

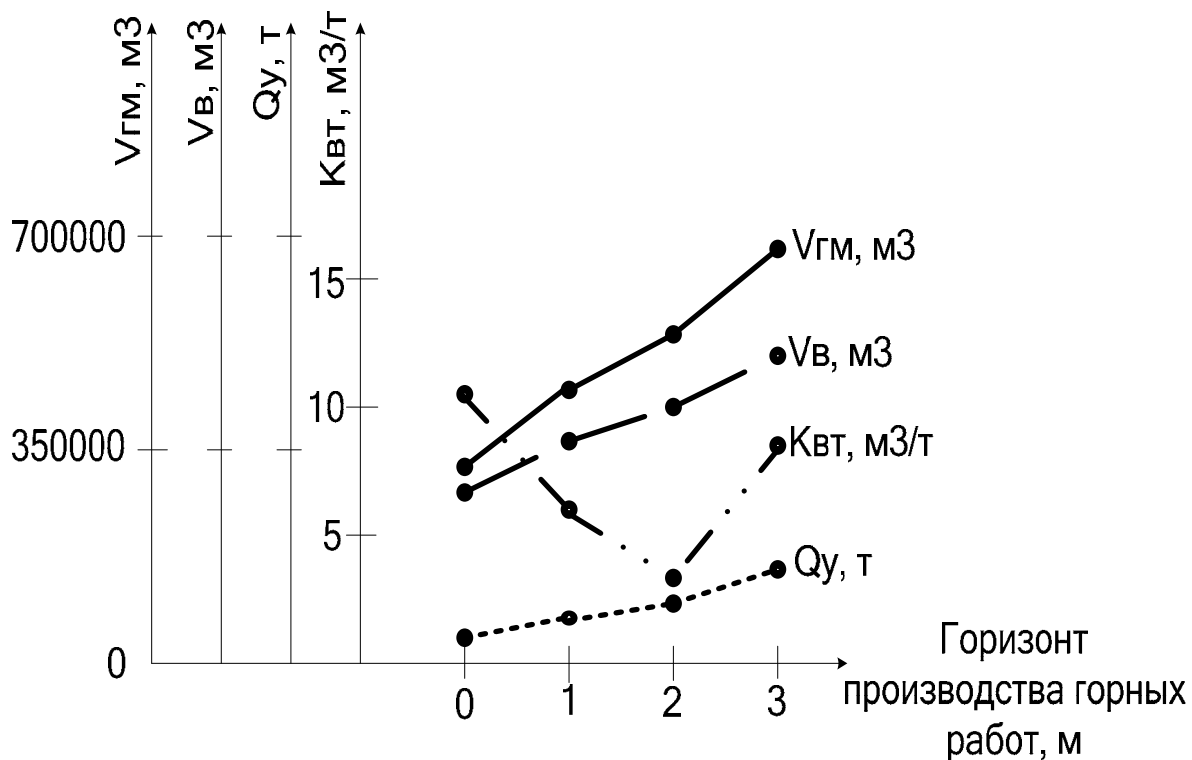


Рис. 3.2. Сводный график режима горных работ при разработке угольной залежи по сплошной поперечной системе разработки

Масштаб по осям ординат принимаются различный. Сводный график режима горных работ получают соединением конечных точек соответствующих ординат горной массы, вскрыши, угля и коэффициента вскрыши. Полученные зависимости показывают характер распределения текущих объёмов вынимаемой горной массы, угля и вскрыши по этапам горных работ в границах карьерного поля.

## **Вопросы для самоконтроля, расчетно-графические работы №1-3**

1. Горно-геометрический анализа карьерного поля, порядок выполнения, виды представления результатов.
2. Методики определения глубины карьерного поля.
3. Дайте определение, что такое режим горных работ, график режима горных работ и его свойства, этап производства горных работ, горизонт вскрытия, горизонт производства горных работ
4. Порядок выполнения анализа при различных системах и технологиях открытых горных работ.

## **Расчетно-графическая работа № 4**

### **Определение годовой производственной мощности**

Под **проектной производственной мощностью** понимается максимально возможная расчетная добыча полезного ископаемого установленного качества в карьере в год. Для угольных разрезов она устанавливается в весовой норме (млн. т/год или тыс. т /год) [6,9]. Важнейшим фактором, определяющим производственную мощность карьера по добыче, являются запасы полезного ископаемого в границах карьерного поля. В практической работе рассматривается обоснование производственной мощности угольного разреза в зависимости от величины запасов угля, установленных горно-геометрическим анализом залежи.

При обосновании производственной мощности разреза следует руководствоваться «Нормами технологического проектирования угольных и сланцевых разрезов» [9].

Нормами рекомендуется взаимоувязывать производственную мощность разреза с запасами угля и сроком физического и морального износа (амортизацией) основных зданий и сооружений для разрезов большой и средней мощности или основного горнотранспортного оборудования для разрезов малой мощности. Ориентировочные значения производственной мощности разрезов по добыче угля и сроки их службы приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Ориентировочные значения производственной мощности разрезов по добыче угля и сроки их службы

Разрезы	Промышленные запасы Z, млн. т	Производственная мощность по добыче угля, млн. т/год	Срок амортизации основных зданий, сооружений или основного горно-транспортного оборудования, лет
Крупные, с большими запасами угля	250-500	10-12	25-50
Средние, с ограниченными запасами угля	75-150	3-5	25-40
Малые, с небольшими запасами угля	10-20	1-2	10-20
	до 5-10	0,1-0,8	8-10

При определении производственной мощности необходимо также знать обеспеченность карьера запасами различной степени готовности в различные периоды его эксплуатации (табл. 4.2). В табл. 4.3 приведены нормативы на сроки освоения производственной мощности карьера после пуска его в эксплуатацию и объемы добычи на этот период.

Таблица 4.2

**Нормативы обеспеченности запасами  
различной степени готовности для карьеров**

Период эксплуатации карьера	Обеспеченность запасами, месяцев		
	Подготовленные	Вскрытые	Готовые к выемке
На момент ввода в эксплуатацию	6-12	4-6	0,5-1,5
Работа с проектной мощностью	4,5-7,0	2-3	1,0-1,5
Затухание работ	3,5-4,5	1,5-3,5	0,5-1,0

Таблица 4.3

**Нормативы и сроки освоения  
проектной производственной мощности карьера**

Проектная производительность карьера по полезному ископаемому, млн.т/год	Продолжительность освоения проектной мощности, месяцев	Объем добычи, % от годовой производственной мощности		
		1-й год	2-й год	3-й год
До 5	9	85	100	–
5-15	15	70	90	100

Период затухания горных работ  $T_{зат}$  обычно принимается равным сроку освоения  $T_{осв}$  производственной мощности, т.е.  $T_{зат} = T_{осв}$ .

В теоретическом плане определение проектной производственной мощности поэтапно: сначала устанавливается первоначальная расчетная производственная мощность, а затем на нее накладывается ряд ограничений. Величина, оставшаяся от первоначальной производственной мощности, принимается за проектную производственную мощность.

Ограничения могут быть следующего характера: необходимость в данном виде полезного ископаемого; величина капитальных вложений; поставка необходимого вида оборудования; по величине пропускной и провозной способности транспортных коммуникаций; по показателю интенсификации развития горных работ; по экологической безопасности; иные ограничения.

В рамках выполняемой работы выполняется расчет первоначальной проектной производственной мощности.

Первоначальная проектная производственная мощность  $A$  определяется по формуле, тыс.т/год,

$$A = Z / T, \quad (4.1)$$

где  $Z$  – промышленные запасы угля в карьерном поле, тыс. т;

$T$  – продолжительность работы карьера с учетом освоения производственной мощности и затухания горных работ, лет:

$$T = T_a + T_{осв} + T_{зат}, \quad (4.2)$$

где  $T_a$  – срок амортизации основных зданий, сооружений или основного горно-транспортного оборудования (табл. 4.1), лет;  $T_{осв}$  – срок освоения производственной мощности (табл. 4.3), лет;  $T_{зат}$  – период затухания горных работ, лет.

Далее определяется ориентировочная производительность карьера по вскрыше по формуле, тыс. м<sup>3</sup>/год,

$$P_v = (A / \gamma_y) \cdot K_{ср} \cdot K_{нг}, \quad (4.3)$$

где  $K_{ср}$  – средний коэффициент вскрыши, м<sup>3</sup>/т;  $K_{нг} = 1,1 \div 1,3$  – коэффициент неравномерности распределения вскрыши по годам (в расчетах принимаем  $K_{нг} = 1,3$ ).

При проектировании карьера помимо обоснования проектной мощности устанавливаются: срок освоения полной производственной мощности карьера, отсчитываемый от момента сдачи карьера в эксплуатацию; объем добычи в процентах от годовой производительности на первый год эксплуатации, второй и т.д. до момента освоения проектной мощности.



## Определения производственной мощности [6,9]

Производственная мощность составляет 500,0 тыс. т. и определяется с учетом следующих условий: сложность горно-геологических условий; величина запасов участка; протяженность фронта работ; сложность размещения оборудования на рабочих уступах; потребительский спрос; пропускная и провозная способность автодорог; срок амортизации основного горного и транспортного оборудования.

Производственная мощность составляет  $A = 500,0$  тыс. т угля и  $P_v = 5760,0$  тыс. м<sup>3</sup> вскрыши (производственная мощность по вскрыше рассчитана по среднему коэффициенту вскрыши участка,  $K_v = 11,52$  т/м<sup>3</sup>). Для проектируемого угольного разреза проектной производственной мощностью 500,0 тыс. т в год принимаем на момент сдачи карьера в эксплуатацию 6-месячные подготовленные запасы (250 тыс. т), из них 4-месячные вскрытые запасы (166,7 тыс. т) и 1-месячные готовые к выемке (41,6 тыс. т).

Поскольку разрез имеет мощность менее 5 млн. т/год, то срок освоения проектной производственной мощности принимается равным 2 года. Объем добычи за первый год должен составить 85% от проектной мощности (425 тыс. т). За второй год эксплуатации объем добычи должен быть равным полной производственной мощности (500 тыс. т).

### Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение производственной мощности.
2. Нормативная документация, регламентирующая порядок определения годовой добычи разреза.
3. Назовите факторы, определяющие и ограничивающие производственную мощность угольного разреза. Последовательность расчетов.

## **Контрольная работа**

### **(для студентов заочной формы обучения)**

Контрольная работа состоит из теоритического и расчетного вопроса. Тема теоритического вопроса отражает содержание разделов, которые не рассматривались на лекциях, но предусмотрены для самостоятельного изучения ( в объеме часов очной формы обучения). Например: изучение методики расчета глубины карьерного поля при заданном виде системы разработки и т.п.

В практической части выполняется расчёт по индивидуальным исходным данным и соответствующий чертеж по теме "Определение граничной глубины карьера при разработке месторождений полезных ископаемых". Все вопросы, рассматриваемые в контрольной работе, изучаются студентами самостоятельно. Задание выдается на установочной лекции. Изучение вопросов и выполнение работы производится в течение нескольких месяцев перед сессией, в которой изучается эта дисциплина на занятиях с преподавателем, что соответствует принципам заочного обучения.

#### Перечень вопросов теоретической части контрольной работы.

1. Основные проектные организации в горной промышленности.
2. Цель проектирования.
3. Этапы проектирования.
4. Особенности проектирования открытых горных работ.
5. Задачи и методы проектирования.
6. Исходные данные для проектирования и требования к ним.
7. Определение углов наклона бортов карьера, контуры карьера.
8. Термины и определения открытых горных работ при проектировании карьеров.
9. Организация проектного дела в Российской Федерации, структура проектной организации.
10. Требования к техническому оснащению проектной организации.

11. Требования к составу технического задания на проектирование открытых горных работ.
12. Действующие законы, кодексы, используемые при составлении проектной документации., методические указания и другие нормативные документы, используемые при составлении проектов.
13. Требования к составу проектной документации по объектам капитального строительства, эталон ТЭО проектов открытых горных работ.
14. Основания и материалы для проектирования разработки месторождения, состав ТЭП.
15. Порядок согласования и экспертизы проектов, ФАУ «Главгосэкспертиза» цели организации, функции и задачи.
16. Варианты решения проектных задач, типы решения проектных задач.
17. Методы оценки экономической эффективности проектных решений.
18. Виды программного обеспечения, используемого при разработке проектов.
19. Горно-геометрический анализ карьерных полей и проектирование производственной мощности.
20. Графики режима горных работ.
21. Обоснование системы разработки.
22. Определение конечной глубины карьера.
23. Проектирование сплошных и углубочных систем разработки.

Таблица

#### Выбор варианта теоретического вопроса

Последние две цифры шифра зачетной книжки студента	Номер теоретического вопроса
0 – 20	1 – 5
21 – 40	6 – 10
40 – 60	11 – 15
61 – 80	16 – 20
81 – 99	21 – 23

## Список рекомендуемой литературы

1. Правила безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом. – М., 2003.
2. Единые нормы выработки на открытые горные работы для предприятий горнодобывающей промышленности. Эскавация и транспортирование. – М.: Недра, 1971.
3. Закон РФ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» 21.07.1997 № 116 ФЗ.
4. Данилевич Е. А. Организация и планирование открытых горных работ. – М.: Недра, 1979. – 168 с.
5. Указания по нормированию, планированию и экономической оценке потерь угля в недрах по Кузнецкому бассейну. (Открытые горные работы). – Л., 1991. – 25 с. (М-во угольной промышленности СССР. ВНИИ горн. геомех. и маркшейд. дела).
6. Эталоны ТЭО строительства предприятий по добыче и обогащению угля. Т. 1, 2. / Г. Л. Краснянский, В.М. Еремеев. – М.: 1998, Т. 1 – 469 с., Т. 2 – 271 с.
7. Ржевский В. В. Отрытые горные работы. Технология и комплексная механизация, учебник для вузов. Ч. 2. – М.: Недра, 1985. – 549 с.
8. Проноза, В. Г. Режим и календарный план производства горных работ в карьере / В. Г. Проноза, Вал. Г. Проноза, А. И. Петров. – Кемерово, 1997. – 50 с.
9. Временные нормы технологического проектирования угольных и сланцевых разрезов / ВНПТ 2-92. Минтопэнерго РФ. Комитет угольной промышленности. – М., 1993. – 75 с.
10. Типовые технологические схемы ведения горных работ на угольных разрезах. – М.: Недра, 1982. – 408 с.
11. Открытые горные работы (справочник) / Горное бюро. – М., 1994. – 590 с.

## Варианты задания для расчета пологих залежей

№ варианта	Длина карьерного поля по поверхности, м	Модель драглайна	Ширина заходки, м
1	3000	ЭШ 11.75	35
2	3500	ЭШ 20.90	40
3	4000	ЭШ 20.100	43
4	4500	ЭШ 15.110	45
5	5000	ЭШ 11.75	35
6	5500	ЭШ 20.90	40
7	6000	ЭШ 20.100	43
8	3500	ЭШ 15.110	45
9	4000	ЭШ 11.75	35
10	4500	ЭШ 20.90	40
11	5000	ЭШ 20.100	43
12	5000	ЭШ 15.110	45
13	5500	ЭШ 11.75	35
14	6000	ЭШ 20.90	40
15	6500	ЭШ 20.100	43
16	3000	ЭШ 15.110	45
17	3500	ЭШ 11.75	35
18	4000	ЭШ 20.90	40
19	4500	ЭШ 20.100	43
20	5000	ЭШ 15.110	45
21	5500	ЭШ 11.75	35
22	6000	ЭШ 20.90	40
23	6500	ЭШ 20.100	43
24	3500	ЭШ 15.110	45
25	4000	ЭШ 11.75	35
26	4500	ЭШ 20.90	40
27	5500	ЭШ 20.100	43
28	6000	ЭШ 15.110	45
29	6500	ЭШ 11.75	35
30	4500	ЭШ 20.90	40

## Варианты задания для расчета наклонных и крутых залежей

№ варианта	Длина карьерного поля по поверхности, м	Модель мех-лопаты	Высота уступа, м	Ширина заходки, м	Ширина рабочей площадки, м	Ширина дна разрезной траншеи, м
1	3000	ЭКГ-5А	10	12	32	17
2	3500	ЭКГ-10	12	20	39	22
3	4000	ЭКГ-12	15	23	45	25
4	4500	ЭКГ-15	16	24	46	27
5	5000	ЭКГ-20А	18	25	52	30
6	5500	ЭКГ-5А	10	12	32	17
7	6000	ЭКГ-10	13	20	39	22
8	3500	ЭКГ-12	15	23	45	25
9	4000	ЭКГ-15	16	24	46	27
10	4500	ЭКГ-20А	18	25	52	30
11	5000	ЭКГ-5А	10	12	32	17
12	5000	ЭКГ-10	12	20	39	22
13	5500	ЭКГ-12	15	23	45	25
14	6000	ЭКГ-15	16	24	46	27
15	6500	ЭКГ-20А	18	25	52	30
16	3000	ЭКГ-5А	10	12	32	17
17	3500	ЭКГ-10	13	20	39	22
18	4000	ЭКГ-12	15	23	45	25
19	4500	ЭКГ-15	16	24	46	27
20	5000	ЭКГ-20А	18	25	52	30
21	5500	ЭКГ-5А	10	12	32	17
22	6000	ЭКГ-10	12	20	39	22
23	6500	ЭКГ-12	15	23	45	25
24	3500	ЭКГ-15	16	24	46	27
25	4000	ЭКГ-20А	18	25	52	30
26	4500	ЭКГ-15	16	24	46	27
27	5500	ЭКГ-20А	18	25	52	30
28	6000	ЭКГ-5А	10	12	32	17
29	6500	ЭКГ-10	13	20	39	22
30	4500	ЭКГ-12	15	23	45	25

**Пример оформления титульного листа**

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное

Учреждение высшего профессионального образования

«Кузбасский государственный технический

университет имени Т.Ф. Горбачева»

Кафедра открытых горных работ

**Расчетно-графическая работа**

по дисциплине «Проектирование карьеров»

на тему «Название расчетно-графической работы»

или

**Контрольная работа**

по дисциплине «Проектирование карьеров»

на тему «Определение граничной глубины карьера

при разработке месторождений полезных ископаемых»

Выполнил:

студент гр. (номер группы)

Ф.И.О.

Проверил:

(ученая степень, ученое звание)

Ф.И.О.

Кемерово 20\_\_

Составители  
Алексей Владимирович Селюков  
Вениамин Петрович Жариков

ГОРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ  
ПЛАСТОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине  
«Проектирование карьеров» для студентов специальности  
21.05.04 «Горное дело», образовательная программа  
«Открытые горные работы», всех форм обучения

Рецензент М. А. Тюленев

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 08.06.2015. Формат 60×84/16.

Отпечатано на ризографе. Бумага офсетная. Уч.-изд. л. 2,3.

Тираж 20 экз. Заказ .

КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Издательский центр КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а.