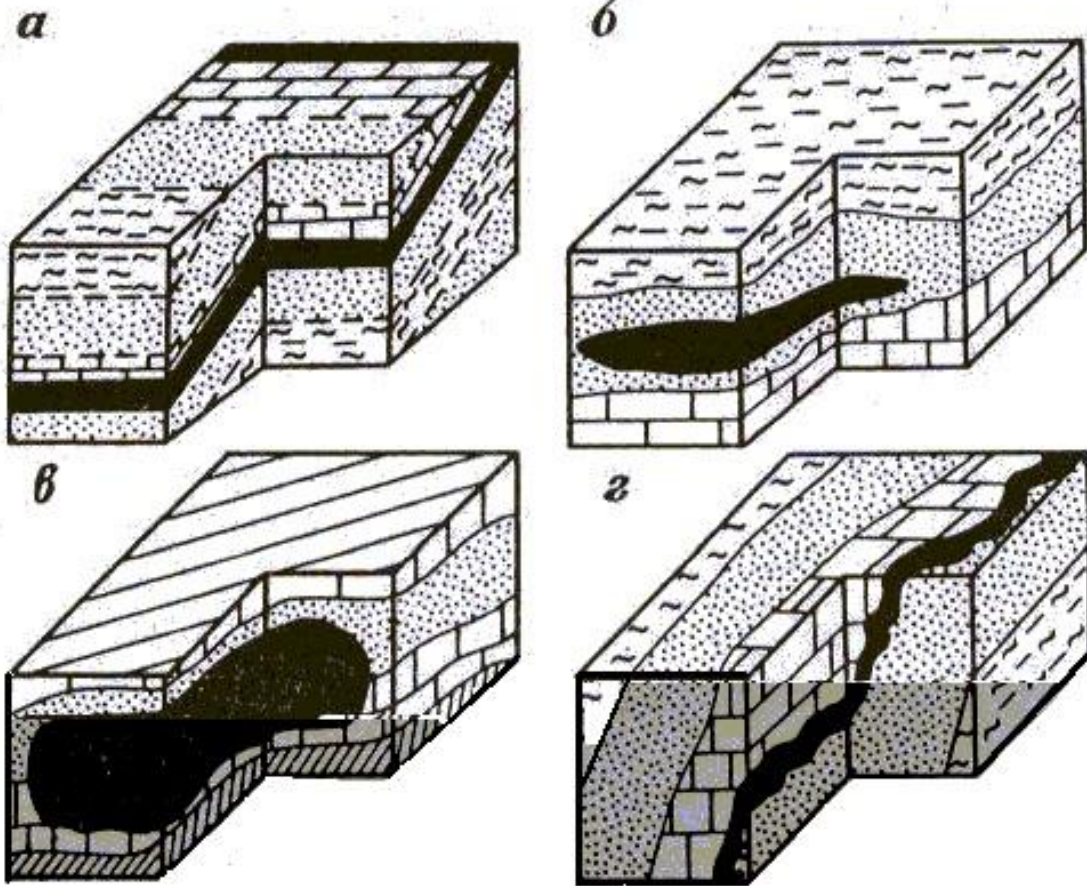


Формы залегания полезных ископаемых



а - пласт – скопление ПИ, ограниченное двумя близкими к параллельным плоскостями и имеющие значительную площадь распространения по сравнению с толщиной накопления.

б - линза - скопление ПИ с уменьшающейся по периферии толщиной накопления.

в - гнездо - скопление ПИ с увеличивающейся по периферии толщиной накопления.

г - жила – трещина в земной коре, заполненная полезным ископаемым.

Месторождения - естественное скопление полезного ископаемого в земной коре.

Месторождения угля возникли в результате разложения растительных и органических остатков, скопившихся на участках земной поверхности с пониженными отметками (болота, долины рек, озера, моря) начиная с каменноугольного периода.

Гумусовые угли – образовались в результате разложения растительных остатков (деревьев, мхов, кустарников). Эти угли имеют наибольшее распространение.

Сапропелевые угли - образовались в результате разложения водных организмов (простейшие, планктон, водоросли). Встречаются в Подмосковном и Иркутском бассейнах.

В ходе разложения органической массы выделялись различные газы, среди которых метан, другие углеводороды, азот, водород, сероводород, углекислый газ.

Процесс угленакопления закончен в третичный период кайнозойской эры (около 1 миллиона лет назад).

Угольный бассейн – площадь развития угленосных отложений, характеризующая общностью условий образования на протяжении одного геологического отрезка времени.

Угленосный район – часть угольного бассейна с едиными геологическими условиями залегания пластов.

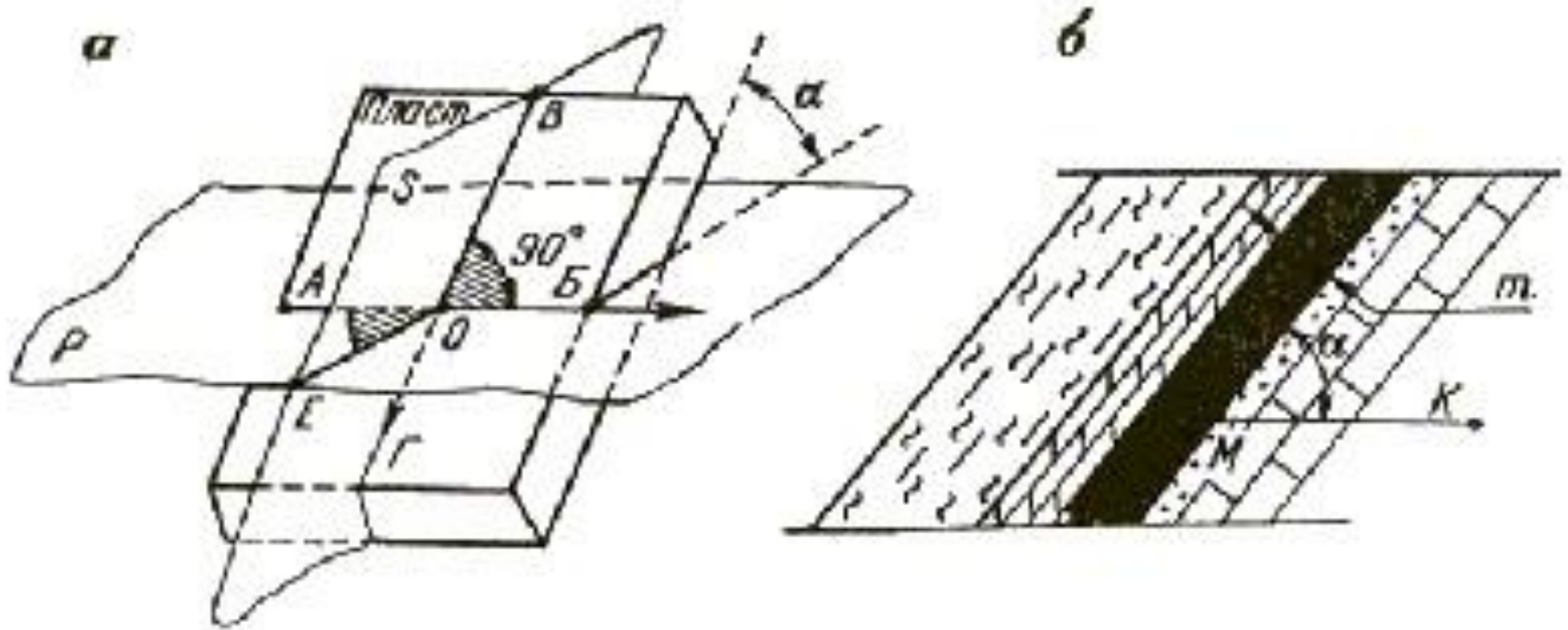
Образование углей в геологических системах

Системы	Возраст, млн лет	Запасы углей в % к мировым
Третичная	Около 65	54
Меловая		0,34
Юрская		4,03
Триасовая		0,5
Пермская	290	16,90
Каменноугольная	360	23,74
Девонская		Менее 0,01

Химический состав угля

	Торф	Бурый уголь	Каменный уголь	Антрацит
Углерод, %	55-70	67-78	75- 97	92-97
Содержание летучих веществ, %	50-65	41-50	12-39	Менее 6
Твердость по шкале Мооса	Менее 1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0 – 2,5
Плотность, т/м ³	0,6-0,8	1,1-1,2	1,1-1,4	1,4-1,8
Теплота сгорания, кДж/кг	5,4-5,7	8,5-20	27-32	33-35

ЭЛЕМЕНТЫ ЗАЛЕГАНИЯ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА



а – общий вид залегания пласта;

б – вертикальный разрез, проведенный перпендикулярно к линии простирания.

Р- горизонтальная плоскость; S – вертикальная плоскость.

ЭЛЕМЕНТЫ ЗАЛЕГАНИЯ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА

Вмещающие породы – породы, среди которых залегает пласт угля. Тонкие породные слои пород внутри пласта называют **прослойками**.

Кровля пласта – толща пород, залегающая выше плоскости угольного пласта.

Выделяют ложную, непосредственную и основную кровли:

ложная – обычно несколько тонких слоев, обрушающихся вслед за выемкой угля;

непосредственная – слой или несколько слоев пород, обрушающихся с некоторым отставанием от забоя;

основная кровля – прочные, мощные слои пород, расположенные над непосредственной кровлей.

Почва пласта - толща пород, залегающая ниже плоскости угольного пласта. Различают ложную, непосредственную и основную почвы.

Свита пластов – группа пластов залегающая совместно в порядке их образования и объединенная по определенному геологическому признаку (чаще возрасту).

Междупластье – мощность пород между соседними пластами.

ЭЛЕМЕНТЫ ЗАЛЕГАНИЯ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА

Простира́ние – направление горизонтальной линии, лежащей в плоскости пласта.

Линия прости́рания – линия пересечения плоскости пласта с горизонтальной плоскостью.

Азимут прости́рания – угол между линией прости́рания пласта и меридианом (отсчитывается от направления на север по часовой стрелке).

Падение – наклон пласта к горизонтальной плоскости.

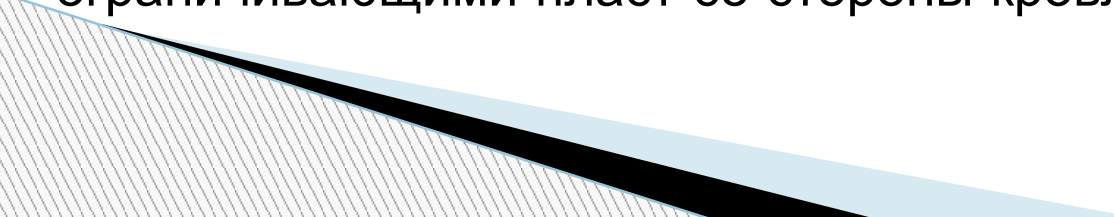
Линия падения – линия, лежащая в плоскости пласта перпендикулярно линии прости́рания называется линией падения.

Угол падения пласта α – угол между плоскостью пласта и горизонтальной плоскостью.

Восстание – направление противоположное падению пласта.

Линия вкрест прости́рания – линия, лежащая в горизонтальной плоскости и перпендикулярная линии падения.

Мощность угольного пласта – расстояние между плоскостями, ограничивающими пласт со стороны кровли и со стороны почвы пласта.



Классификация угольных пластов по углу падения

*При открытых
горных работах*

Горизонтальные – 0°

Пологие – до 10°

Наклонные – $10 - 30^{\circ}$

Крутые – более 30°

Классификация угольных пластов по мощности

Открытый способ разработки при горизонтальном залегании пластов:

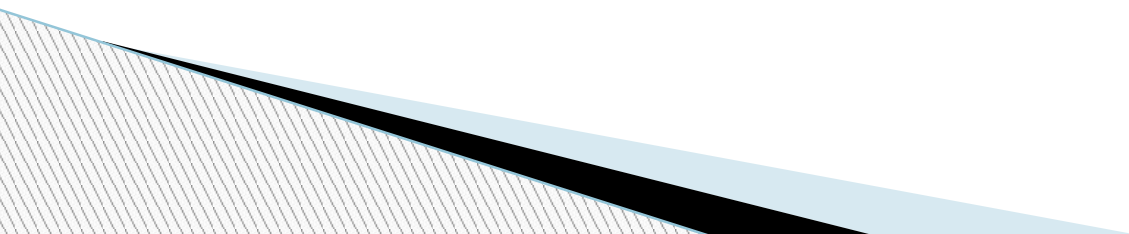
До 3-5 м – весьма малая мощность. 6 – 10-20м – малая мощность

20 – 30-40м – средняя мощность более 40м – мощные

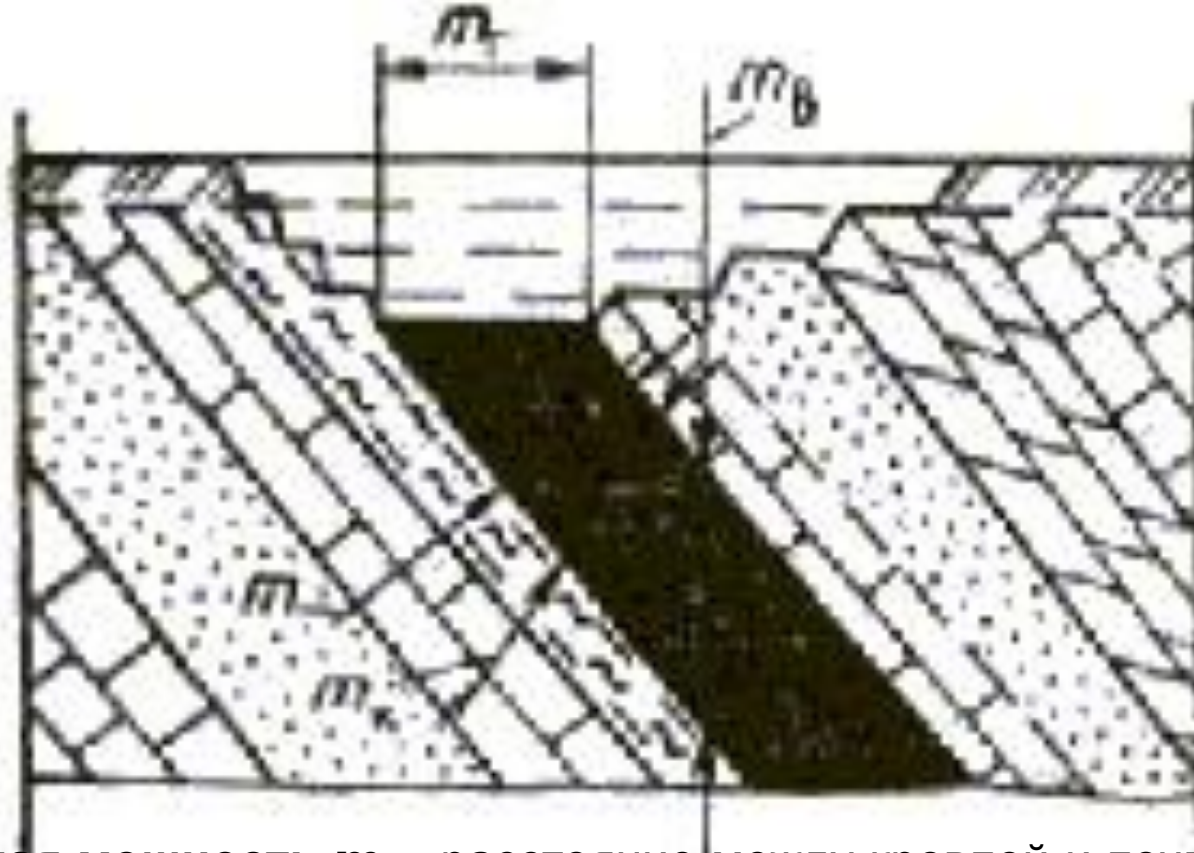
Открытый способ разработки для наклонного и крутого залегания пластов:

До 15 – 25 м – весьма малая мощность. 25 – 50-75м – малая мощность

75 – 100м – средняя мощность более 100м – большая мощность



ЭЛЕМЕНТЫ ЗАЛЕГАНИЯ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА



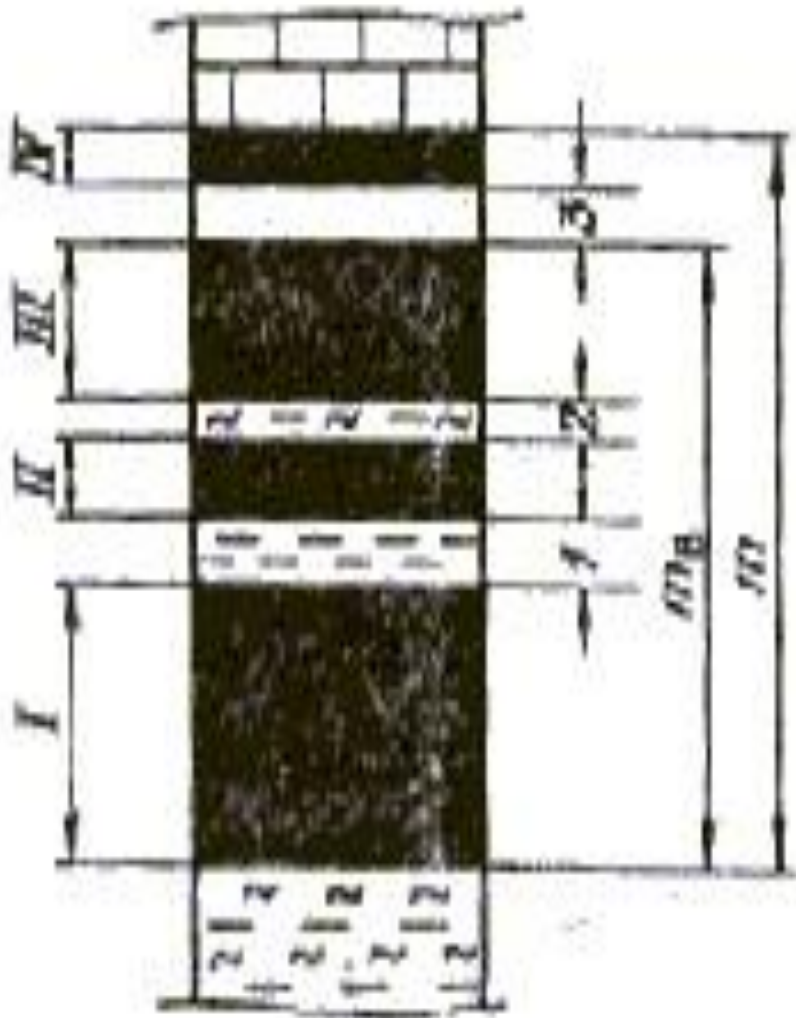
Горизонтальная мощность m_r - расстояние между кровлей и почвой пласта по горизонтали.

Нормальная мощность m_n - расстояние между кровлей и почвой пласта по нормали к плоскости пласта.

Вертикальная мощность m_v - расстояние между кровлей и почвой пласта по горизонтали (по отвесу).

Средняя мощность $m_{ср}$ - отношение объема пласта к его площади.

Структурная колонка



Полезная мощность – мощность угольных пачек $m_n = m_I + m_{II} + m_{III}$

Полезная мощность – мощность всех угольных пачек и прослоек.

Вынимаемая мощность – суммарная мощность пачек и прослоек, извлекаемых при добыче угля.

Производительность пласта – количество угля в тоннах, получаемое при извлечении 1 м² пласта.

Строение земли. Земная кора. Горные породы



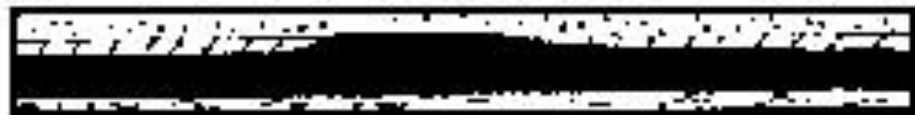
Защемление пласта угля



Расщепление пласта угля



Размыв пласта угля



Вздутие пласта угля



Перезжим пласта угля

Классификация пород кровли и почвы

Ложная кровля – слой пород кровли мощностью до 0,6м, залегающий над пластом угля обрушающийся в процессе выемки угля или через минимальное время после выемки.

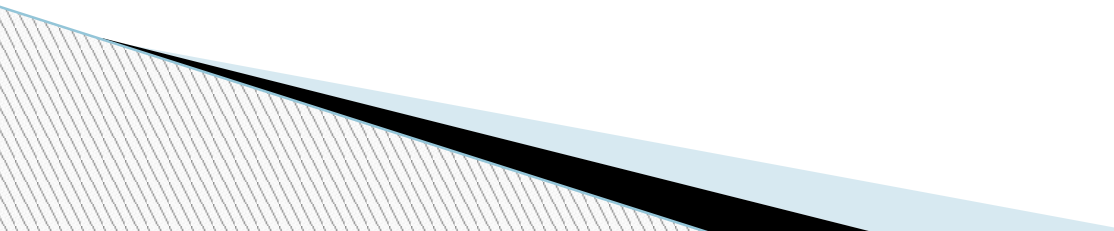
Непосредственная кровля – слой пород кровли, обрушающийся при небольших обнажениях на некотором расстоянии от забоя.

Основная кровля – слой пород кровли, залегающих над непосредственной кровлей и способных сохранять устойчивость при значительных обнажениях.

Ложная почва – слой слабых пород мощностью до 0,4 м, залегающий непосредственно под пластом.

Непосредственная почва – слой пород, залегающий непосредственно под пластом. И подверженный смещениям в ходе горных работ.

Основная почва – слой пород, залегающий непосредственно под непосредственной почвой.



Строение земли. Земная кора. Горные породы

Первоначально угленосные отложения накапливались горизонтально или близко к горизонтальному положению. Однако в результате движения земной коры первичное залегание было нарушено и образовались вторичные формы залегания угольных пластов.

Дислокации – движение земной коры в результате которых изменяется первичное залегание пород и полезных ископаемых.

По характеру перемещения выделяют:

Радиальные – направленные по радиусу земли.

Тангенциальные – направленные по касательной к поверхности земли.

По отношению к сохранению сплошности выделяют:

Пликативные – дислокации с сохранением сплошности пород.

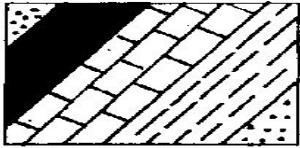
Дизъюнктивные – с разрывом сплошности пород.

В результате тангенциальных пликативных дислокаций образуются складки, тангенциальных и дизъюнктивных – **надвиги**.

При радиальных дислокациях образуются **сбросы и взбросы**.

Пликативные нарушения – волнообразное изгибание слоев горных пород.

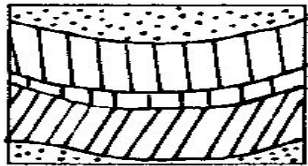
Строение земли. Земная кора. Горные породы



Моноклиналь – пласты горных пород, направленных в одну сторону под одинаковым углом



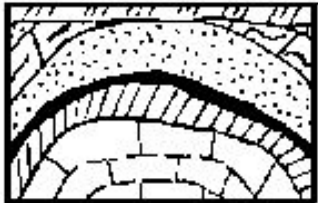
Флексура – коленообразный изгиб горизонтальных или наклонных слоистых толщ



Складка – волнообразный изгиб слоистых толщ
Угол складки – угол, образованный плоскостями крыльев

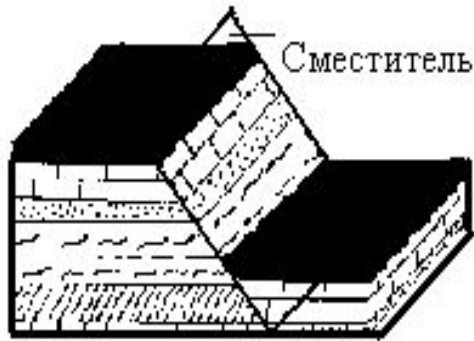


Синклинальная складка – складка, обращенная выпуклостью вниз.



Антиклинальная складка – складка, обращенная выпуклостью вверх.

Разрывное нарушение



Сместитель – это плоскость (поверхность) по которой происходит разрыв сплошности горных пород.

Крылья – блоки горных пород, примыкающие к сместителю.

Висячее крыло – крыло, располагающееся над поверхностью сместителя.

Лежачее крыло – крыло, располагающееся под поверхностью сместителя.

Взброс – нарушение, в котором висячее крыло залегает выше лежачего.

Надвиг – взброс с углом наклона сместителя менее 60° .

Сброс – нарушение, в котором висячее крыло залегает ниже лежачего.

Сдвиг – нарушение, в котором перемещение блоков происходит по преимущественно горизонтальным направлениям.

Амплитуда нарушения – это величина смещения блоков пород измеренная по нормали плоскости залегания этих блоков.



Плотностные свойства горных пород

Удельный вес – вес единицы объема твердой фазы породы

$$\gamma_0 = G_T / V_T ,$$

где G_T - вес твердой фазы,

V_T - объем твердой фазы породы.

Единицы измерения Н/м³ , т/м³

Объемный вес – отношение веса основных агрегатных фаз породы к объему, занимаемому этими фазами.

$$\gamma = G / V ,$$

где G - вес агрегатных фаз породы;

V - объем занимаемый этими фазами.

Объемный вес всегда меньше удельного веса и лишь в случае особо твердых пород приближается к нему.

Удельная масса – отношение массы твердой фазы породы к объему твердой фазы.

$$\rho_0 = m_T / V_T ,$$

где m_T - масса твердой фазы.

Плотностные свойства горных пород

Плотность (объемная масса) горной породы – масса единицы объема основных агрегатных фаз (твердой, жидкой, газообразной).

$$\rho_0 = m / V$$

где m - масса основных агрегатных фаз.

Пористость – отношение объема пор к полному объему породы в процентах

$$P = \frac{V_p}{V}$$

где V_p - суммарный объем пор.

Поры по размеру разделяются на три класса :

Сверхкапиллярные более 0,1 мм;

Капиллярные от 0,0002 до 0,1 мм.

Субкапиллярные менее 0,0002.

Пористость горных пород изменяется от долей % до 90 %.

Механические свойства горных пород

- прочностные;
- упругие;
- акустические;
- реологические.

Прочностные свойства – способность пород сопротивляться разрушению под действием приложенных механических напряжений.

Предел прочности σ - напряжение при котором происходит разрушение образца породы

$$\sigma = F / S$$

где F - разрушающая нагрузка;

S - площадь на которую действует нагрузка.

Различают *предел прочности на одноосное сжатие* $\sigma_{сж}$

Предел прочности на растяжение σ_p

Прочность на срез (сдвиг) $t_n = \sigma_n^* \operatorname{tg} j + t_0$,

где σ_n - нормальные напряжения при срезе;

j -угол внутреннего трения;

t_0 - коэффициент сцепления.

Механические свойства горных пород

Для сравнения прочности различных пород проф. М.М. Протодьяконовым разработана классификация пород по крепости, получившая широкое распространение в нашей стране. В основе классификации лежит **коэффициент крепости f** , определяемый по пределу прочности на одноосное сжатие и при измерении напряжений в кг/см² определяется как

$$f = \sigma_{\text{сж}} / 100,$$

при измерении в МПа коэффициент крепости определяется

$$f = \sigma_{\text{сж}} / 10$$

Достоинства классификации :

Простота и доступность.

Широкий диапазон охватываемых пород.

Связь f с некоторыми физико-механическими константами горных пород.

Недостатки :

Зависимость f от формы и размеров образцов, направление сжимающей силы и др. параметров в процессе испытания.

Таблица 1 – Шкала крепости горных пород по М.М. Протодьконову

Категория	Степень крепости	Порода	Коэффициент крепости
I	В высшей степени	Наиболее крепкие, плотные и вязкие кварциты и базальты. Исключительные по крепости породы	20
II	Очень крепкие	Очень крепкие гранитовые породы. Кварцевый порфир, очень крепкий гранит, кремнистый сланец. Менее крепкие, нежели указанные выше кварциты. Самые крепкие песчаники и известняки	15
III	Крепкие	Гранит (плотный) и гранитовые породы. Очень крепкие песчаники и известняки. Кварцевые рудные жилы. Крепкий конгломерат. Очень крепкие железные руды	10
III ^a	"	Известняки (крепкие). Некрепкий гранит. Крепкие песчаники. Крепкий мрамор. Доломит. Колчедан	8
IV	Довольно крепкие	Обыкновенный песчаник. Железные руды	6
IV ^a	То же	Песчанистые сланцы. Сланцеватые песчаники	5
V	Средние	Крепкий глинистый сланец. Некрепкий песчаник и известняк, мягкий конгломерат	4
V ^a	"	Разнообразные сланцы (некрепкие), плотный мергель	3
VI	Довольно мягкие	Мягкий сланец. Очень мягкий известняк, мел, каменная соль, гипс. Мерзлый грунт, антрацит. Обыкновенный мергель. Разрушенный песчаник, сцементированные галька и хрящ, каменистый грунт	2
VI ^a	То же	Щебенистый грунт. Разрушенный сланец, слежавшиеся галька и щебень, крепкий каменный уголь. Отвердевшая глина	1,5
VII	Мягкие	Глина (плотная), мягкий каменный уголь, крепкий нанос – глинистый грунт	1,0
VII ^a	"	Легкая песчанистая глина, лёсс, гравий	0,8
VIII	Землистые	Растительная земля, торф, легкий суглинок, сырой песок	0,6
IX	Сыпучие	Песок осыпи, мелкий гравий, насыпная земля, добытый уголь	0,5
X	Плывучие	Плывуны, болотистый грунт, разжиженный лёсс, другие разжиженные грунты	0,3

Технологические свойства горных пород

Трещиноватость – сумма систем трещин в массиве горных пород

Классификация горных пород по трещиноватости:

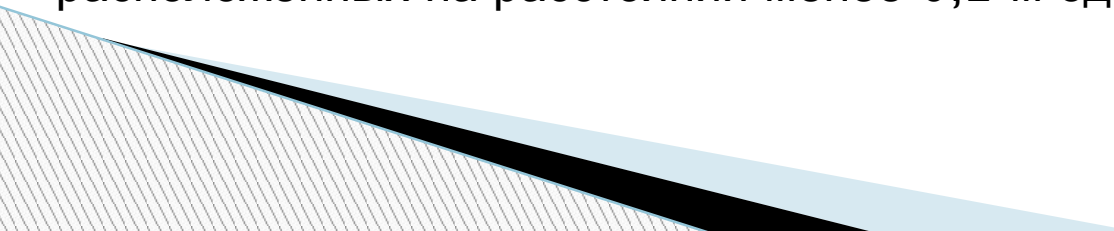
нетрещиноватые;

слаботрещиноватые - 1 система трещин при расстоянии между ними более 1 м;

среднетрещиноватые – 2 системы взаимопересекающихся трещин при расстоянии между трещинами более 1 м;

сильнотрещиноватые – с несколькими системами взаимопересекающихся трещин при средней частоте расположения трещин до 0,5 м;

весьма сильно трещиноватые - с несколькими системами трещин, расположенных на расстоянии менее 0,2 м одна от другой.



Технологические свойства горных пород

Угол естественного откоса – угол наклона свободной поверхности откоса к горизонтальной плоскости.

Порода	Угол естественного откоса, градус		
	Сухой	Влажный	Мокрый
Песок	30	35	25
Гравий	35 – 40	35	30
Разрушенная скальная	32 – 45	35 – 48	30 – 40
Уголь (разрыхленный)	30	40	50

Угол естественного откоса зависит от :

Крупности частиц материала, влажности материала, удельного веса материала, формы частиц материала.

Технологические свойства горных пород

Разрыхленность – способность горных пород занимать в разрыхленном состоянии больший объем, чем в массиве до разрыхления.

Коэффициент разрыхления

$$K_p = V_p / V_m$$

где V_p - объем породы в разрыхленном состоянии;
 V_m - объем породы в массиве.

Влагоемкость – способность горных пород удерживать воду в порах и трещинах; определяется по количеству оставшейся воды после стекания ее избытка с образца, который был погружен в воду.

Влагоемкость определяется в % к объему или массе образца.

Водопроницаемость – способность горных пород пропускать воду.

Технологические свойства горных пород

Коэффициент фильтрации – скорость фильтрации воды при напорном градиенте = 1.

Коэффициент фильтрации некоторых пород

Порода	Коэффициент фильтрации, м ³ / сутки
Тяжелый суглинок	Менее 0,005
Песок среднезернистый	От 5 до 20
Гравий	От 50 до 100
Галечник	От 100 до 500

Газоносность горной породы – количество газов, содержащихся в весовой или объемной единице горной породы в свободном или сорбированном состоянии.

Газоносность измеряется в м³/ т, или м³/ м³.

Газообильность угля – выделение метана из угольного пласта:

Абсолютная – в единицу времени м³/ мин;

Относительная - количество на тонну добытого угля, м³ / т.

Показатели технического анализа

- **Выход летучих веществ** – количество летучих веществ образующихся при нагревании угля без доступа воздуха до температуры 850°C . Этот показатель рассчитывают:
 - - на единицу сухой общей массы угля V^c , %;
 - - на единицу сухой обеззоленной массы, V^{dat} , %. (Кузбасс 17 –30 %).
- **Зольность** – количество золы от сгорания единицы сухой массы угля (A^c %) или рабочего топлива (A^p %) отнесенное к массе топлива, поступившего на анализ.
- **Влажность** – количество влаги, получаемое в результате нагрева угля до температуры 105°C , отнесенное к массе топлива, поступившего на анализ (W_p %).
- **Содержание серы** – количество серы, содержащиеся в единице массы угля, выраженное в %. Различают содержание : общей серы $S^a_{\text{общ}}$, %; сульфат серы S^a_c , %; колчеданной серы S^a_k , %; органической серы $S^a_{\text{ор}}$, %.
- **Содержание фосфора** – количество фосфора, содержащееся в единице массы угля, выраженное в %.

В зависимости от толщины пластического слоя и выхода летучих веществ в Кузбассе принята следующая классификация каменных углей.

Марка угля	Уловное обозначение	Выход летучих веществ, %	Толщина пластического слоя, мм
Длиннопламенный (Д)	Д	Более 37	-
Газовый (Г)	Г6	Более 37	6-17
	Г17	Более 37	17-25
Газовый жирный (ГЖ)	ГЖ26	30-37	6-25
Жирный (Ж)	1Ж26	Более 33	Более 26
	2Ж26	Менее 33	Более 26
Коксовый жирный (КЖ)	КЖ14	25-30	14-26
	КЖ6	Более 25-30	6-13
Коксовый (К)	К13	Менее 25	13-25
	К10	17-25	10-12
Коксовый второй группы (К ₂)	К2	17-25	6-9
Отощенный спекающийся (ОС)	ОС	Менее 17	6-9
Слабо спекающийся (СС)	1СС	25-37	-
	2СС	17-25	-
Тощий	Т	Более 17	-

Классификация углей по крупности

Класс	Условное обозначение	Размер кусков, мм
Плитный	П	Более 100
Крупный	К	50 – 100
Орех	О	25 – 50
Мелкий	М	13 – 25
Семечко	С	6 – 13
Штыб	Ш	Менее 6
Рядовой	Р	Не ограничен

Для обозначения классов углей различных марок к условному обозначению класса впереди добавляется обозначение марки

Пример: ДР – длиннопламенный, рядовой.
К1К – Кокс 1, концентрат.

Горно-технологические понятия и терминология ОГР

В результате разрабатываемый массив горных пород приобретает форму уступов и в земной коре образуется выработанное пространство. Размеры выработанного пространства при разработке горизонтальных залежей увеличиваются в плане, а при разработке наклонных и крутых залежей одновременно и в плане, и по глубине вследствие нарезки новых уступов.

Каждый уступ характеризуется высотной отметкой горизонта, расположения на нем транспортных коммуникаций. Отметки уступов могут быть абсолютные (относительно уровня моря) или условные.



Горно-технологические понятия и терминология ОГР

- Уступ – часть боковой поверхности карьера, имеющая форму ступени.
- Рабочая площадка уступа – площадка уступа, на которой размещается основное оборудование для его отработки.
- Берма – площадка, на которой работа не производится. Различают предохранительные и транспортные (соединительные) бермы.
- Откос уступа - наклонная поверхность, ограничивающая уступ со стороны выработанного пространства.
- Угол откоса – угол, образуемый плоскостью уступа и горизонтальной плоскостью.
- Забой уступа – часть уступа, служащая объектом воздействия горного оборудования.

Основные элементы уступа

1 – верхняя площадка уступа

2 – нижняя площадка уступа

3 – откос уступа

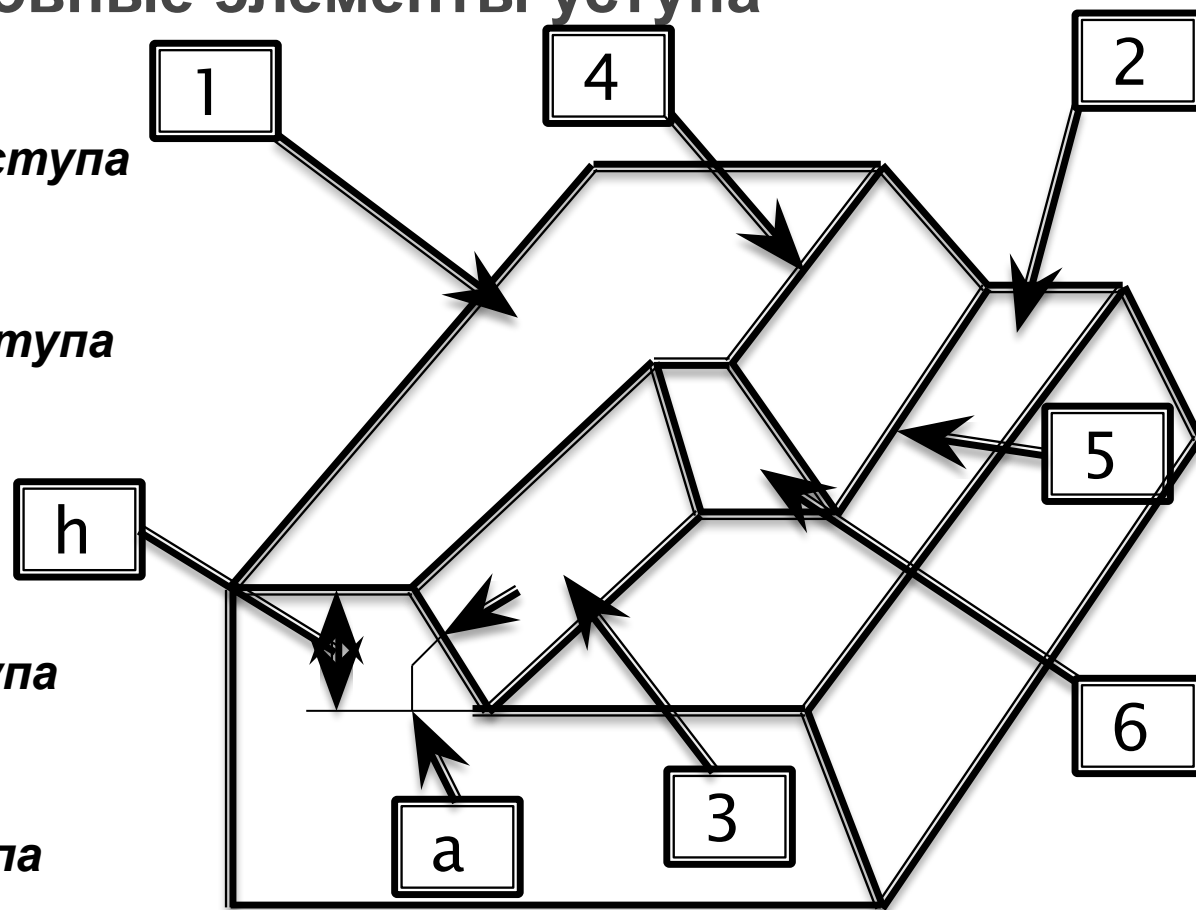
4 – верхняя бровка уступа

5 – нижняя бровка уступа

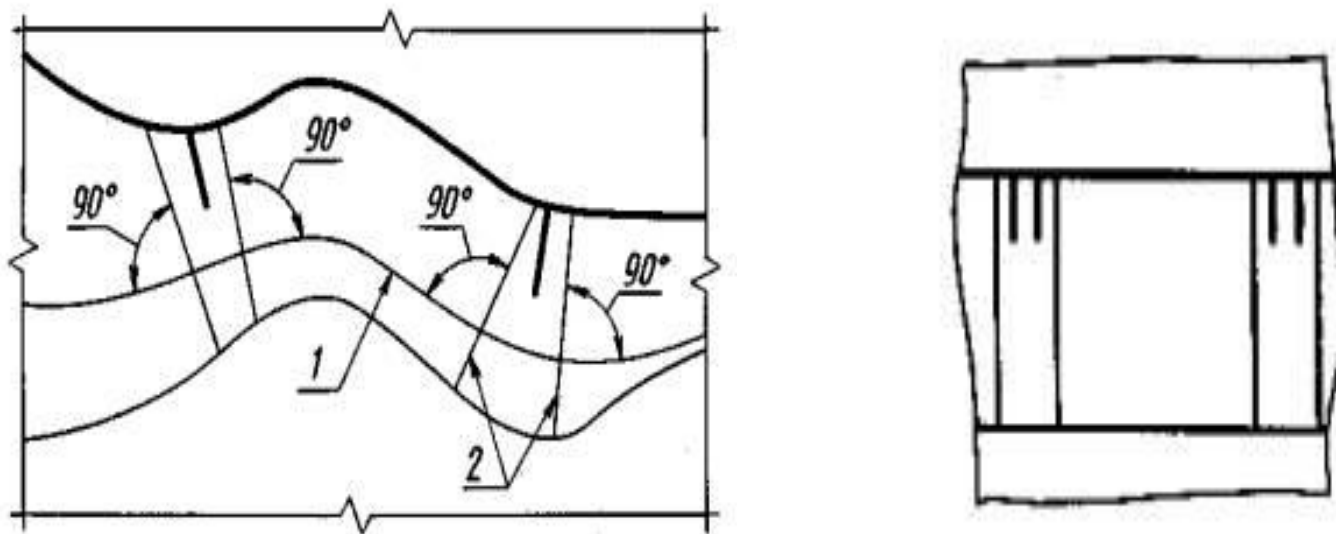
6 – забой уступа

h – высота уступа

α – угол откоса уступа



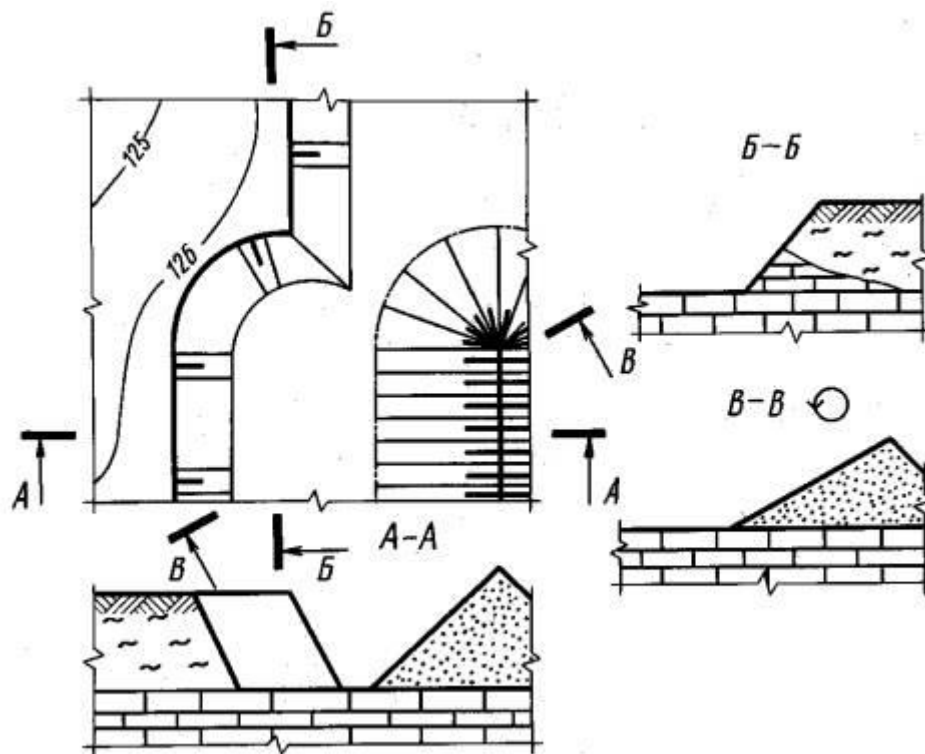
**ГОСТ 2.852-75. ГОРНАЯ ГРАФИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ.
ИЗОБРАЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ГОРНЫХ ОБЪЕКТОВ
ОБОЗНАЧЕНИЯ.
ЭЛЕМЕНТОВ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ**



1 - горизонталь; 2 - линия наибольшего ската; 3 - бергштрих (один для породы, два для полезного ископаемого)

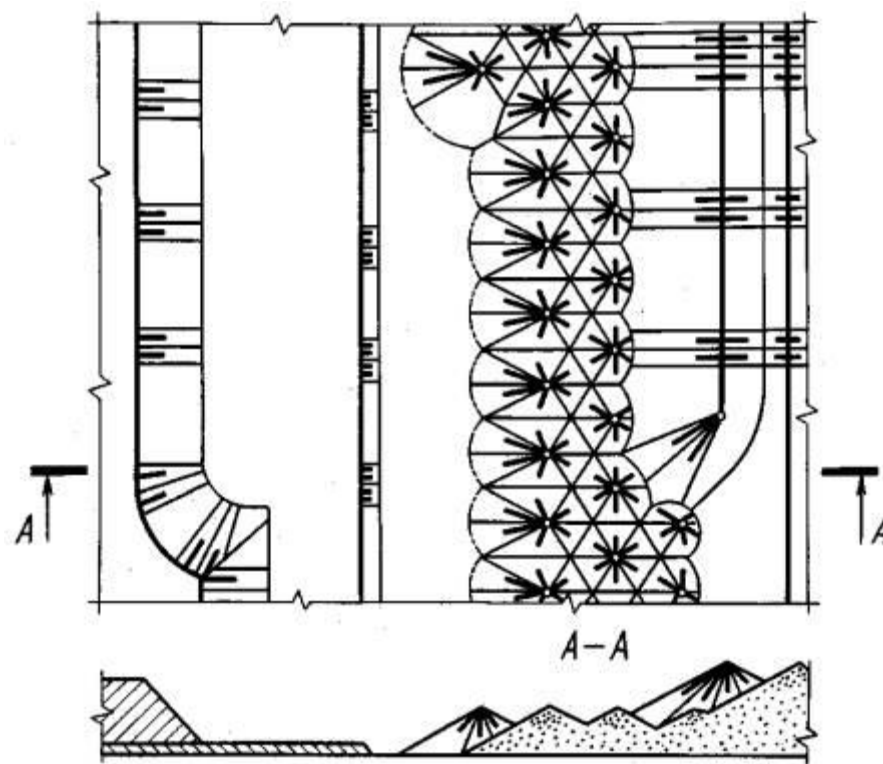
Массив вскрышных горных пород на плане откоса уступа следует условно обозначать отрезками сплошной основной линии длиной, равной $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{2}$ от горизонтального заложения откосов у контуров верхней бровки между линиями наибольшего ската (черт. 7, 8). Массив полезного ископаемого на откосе уступа следует обозначать сдвоенными отрезками сплошной основной линией

**ГОСТ 2.852-75. ГОРНАЯ ГРАФИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ.
ИЗОБРАЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ГОРНЫХ ОБЪЕКТОВ
ОБОЗНАЧЕНИЯ.
ЭЛЕМЕНТОВ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ**



Одним из элементов открытых горных работ является откос уступа. На плане поверхность откоса должна определяться линиями верхней и нижней бровки и линиями наибольшего ската.

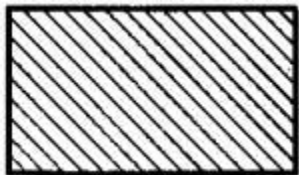
**ГОСТ 2.852-75. ГОРНАЯ ГРАФИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ.
ИЗОБРАЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ГОРНЫХ ОБЪЕКТОВ
ОБОЗНАЧЕНИЯ.
ЭЛЕМЕНТОВ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ**



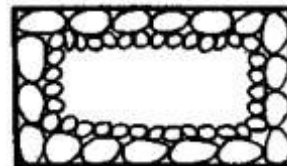
Поверхность откоса насыпи (отвала, навала и др.) должна определяться линией верхнего контура (сплошная основная линия), линией нижнего контура (штрихпунктирная тонкая линия) и линиями наибольшего ската.

**ГОСТ 2.852-75. ГОРНАЯ ГРАФИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ.
ИЗОБРАЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ГОРНЫХ ОБЪЕКТОВ
ОБОЗНАЧЕНИЯ.
ЭЛЕМЕНТОВ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ**

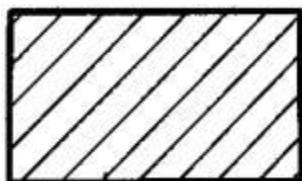
Общие обозначения горных пород в сечениях



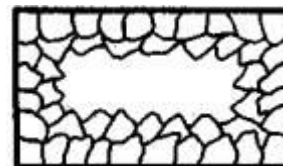
Полезное ископаемое



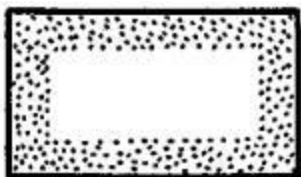
Разрушенное полезное ископаемое



Массив скальных пород (вскрышных,
вещающих)



Разрушенные горные породы



Мягкие и сыпучие горные породы

ГОСТ 2.852-75. ГОРНАЯ ГРАФИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ. ИЗОБРАЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ГОРНЫХ ОБЪЕКТОВ ОБОЗНАЧЕНИЯ. ЭЛЕМЕНТОВ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Уступ - это отдельно разрабатываемая часть слоя горные пород, имеющая форму ступени.

Элементами уступа являются: **нижняя и верхняя площадки, откос уступа, верхняя и нижняя бровки, линия подошвы уступа.**

Различают рабочие и нерабочие уступы. На рабочих уступах производится выемка вскрышных пород или полезного ископаемого. Если на площадке располагается оборудование, необходимое для разработки уступа, она называется рабочей площадкой.

Верхняя и нижняя площадки – это горизонтальные поверхности уступа, ограничивающие его по высоте.

Откос уступа – это боковая (чаще наклонная) поверхность, ограничивающая уступ со стороны выработанного пространства.

Верхняя и нижняя бровки – это линии пересечения откоса с верхней и нижней площадками.

Бергштрих (нем. Bergstriche, от Berg - гора и Strich - черта) показывает направление склона на географических картах, поставленные у горизонталей и указывающие направление ската (наклона) рельефа местности. Бергштрих направлен вниз по откосу уступа, по склону насыпи.

