

Практическое занятие №2:
Оценка устойчивости горных пород и
основы выбора крепей
Часть 1: Оценка устойчивости горных пород



Категории устойчивости горизонтальных и наклонных выработок

В качестве определения категории устойчивости породных массивов, вмещающих горизонтальные и наклонные выработки, принята величина смещения породного контура за весь срок службы выработки без крепи.

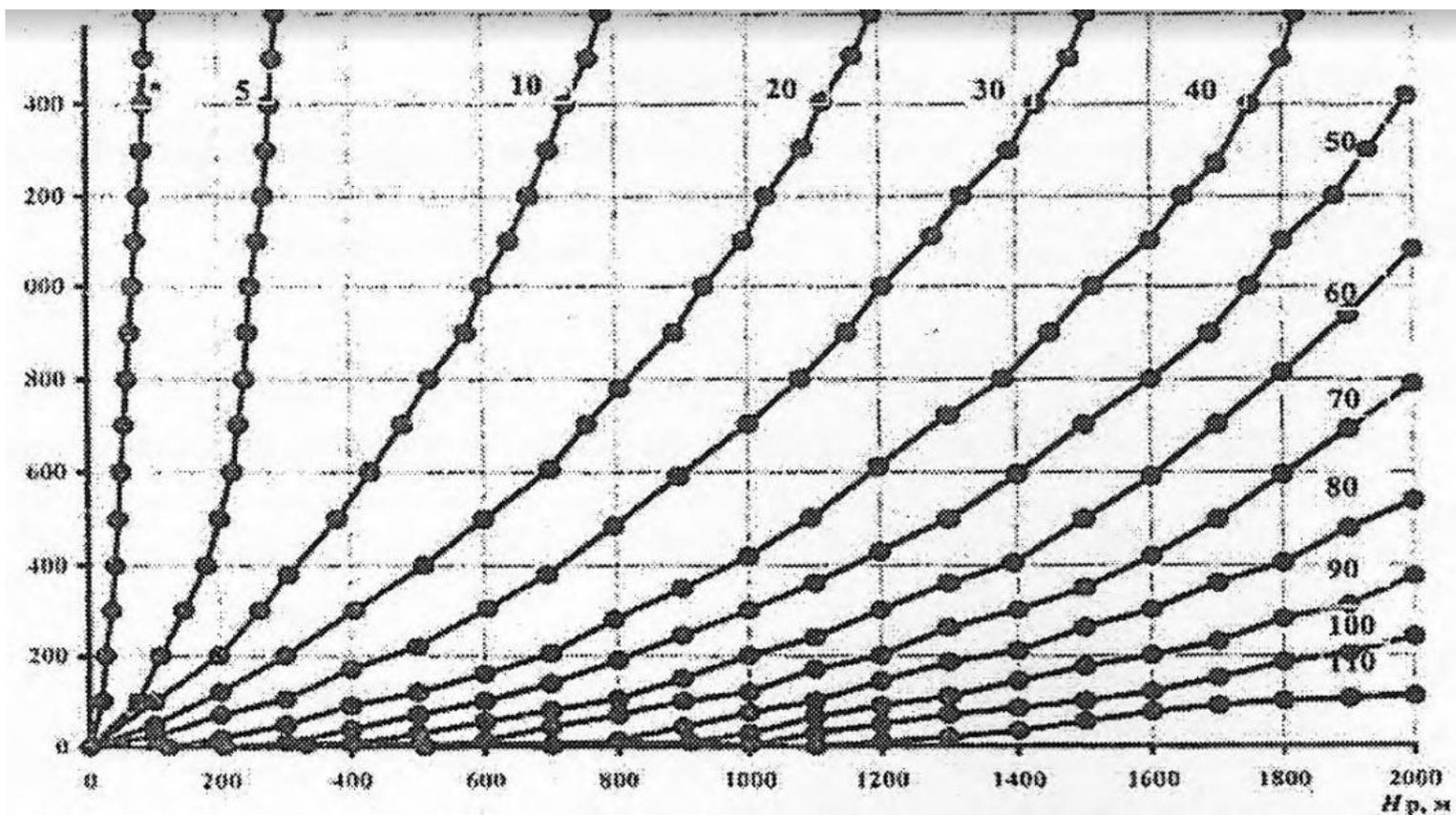
Категория устойчивости пород	Оценка состояния устойчивости пород	Смещения, мм		
		Осадочные породы (песчаники, алевролиты, известняки, уголь и др)	Изверженные породы (граниты, диориты, порфириты и др)	Соляные породы (каменная соль, сильвинит, карналлит и др.)
I	Устойчивые	До 50	До 20	До 200
II	Среднеустойчивые	Свыше 50 до 200	Свыше 20 до 100	Свыше 200 до 300
III	Неустойчивые	Свыше 200 до 500	Свыше 100 до 200	Свыше 300 до 500
IV	Сильно неустойчивые	Свыше 500	Свыше 200	Свыше 300

Категории устойчивости горизонтальных и наклонных выработок

¹ Величину смещения u_ϵ для горизонтальных и наклонных выработок, расположенных вне зоны влияния очистных работ, определяем по формуле:

$$U = K_a K_\theta K_c K_b K_t u_\tau$$

где u_τ смещение пород, принятое за типовое, определяемое по графику в зависимости от расчетного сопротивления пород массива сжатию и расчетной глубины расположения выработки H_p .



Категории устойчивости горизонтальных и наклонных выработок

¹ Расчетное сопротивление пород массива сжатию R_c следует определять по формуле $R_c = RK_c$

Где $R=10f$ – среднее значение сопротивления пород в образце одноосному сжатию, Мпа;

f – крепость пород по шкале проф. М.М. Протоdjeякова;

K_c - коэффициент, учитывающий дополнительную нарушенность массива пород поверхностями без сцепления (зеркала скольжения, трещины и т.д.), принимаемых из таблицы:

Среднее расстояние между поверхностями ослабления пород, м	Коэффициент k_c
Более 1.5	0.9
От 1,5 до 1.0	0.8
От 1,0 до 0.5	0,6
От 0,5 до 0,1	0.4
Менее 0.1	0,2

Категории устойчивости горизонтальных и наклонных

выработок

K_α - коэффициент, учитывающий угол залегания пород и направлению проходки выработки относительно простирания пород, определяемый согласно таблице:

На- правле- ние про- ходки выработ- ки	Коэффициенты k_α и k_β при углах залегания пород α , град											
	до 20		до 30		до 40		до 50		до 60		свыше 60	
По про- стиранию	1,00	0,35	0,95	0,55	0,80	0,80	0,65	1,2	0,6	1,7	0,6	2,25
Вкрест прости- рания	0,70	0,55	0,60	0,80	0,45	0,95	0,25	0,95	0,20	0,80	0,15	0,55
Под углом к прости- ранию	0,85	0,45	0,80	0,65	0,65	0,90	0,45	1,05	0,35	1,10	0,35	0,95



Категории устойчивости горизонтальных и наклонных выработок

K_θ – коэффициент, учитывающий направление смещения пород:

- при определении смещения со стороны кровли или почвы (в вертикальном направлении) $K_\theta = 1$;

- при определении боковых смещений пород (в горизонтальных направлении) K_θ определяется по таблице с предыдущего слайда.

K_c - коэффициент влияния размера выработки:

- при определении смещений со стороны кровли или почвы (в вертикальном направлении)

$$K_c = 0,2(b_{\text{пр}} - 1),$$

$b_{\text{пр}}$ - ширина выработки в проходке, м;

- при определении смещений со стороны боков (в горизонтальном направлении)

$$K_c = 0,2(h_{\text{пр}} - 1),$$

$h_{\text{пр}}$ - высота выработки в проходке, м;



Категории устойчивости горизонтальных и наклонных выработок

K_b - коэффициент воздействия других выработок:

- для одиночных выработок и камер $K_b = 1$;
- для параллельных выработок определяется по формуле:

$$K_b = \frac{b_1 - b_2}{L} K_L;$$

Где L – расстояние между выработки, м;
 $b_1 - b_2$ - суммарная ширина взаимовлияющих выработок в проходке, м;
 K_L - коэффициент, определяемый согласно таблице:

Расчетная глубина расположения выработки от поверхности H_p , м	Коэффициент k_L при расчетном сопротивлении R_c , МПа							
	для выработок по простиранию				для выработок в крест простирания			
	30	60	90	120	30	60	90	120
До 300	3,0	1,8	1,5	1,2	1,8	1,5	1,2	1,0
	2,5	1,6	1,3	1,0				
300-600	4,0	2,0	1,7	1,4	2,2	1,8	1,5	1,2
	2,5	1,8	1,5	1,2				
600-900	4,5	2,5	2,0	1,6	2,6	2,1	1,7	1,4
	3,0	2,1	1,7	1,4				
900-1200	5,0	3,5	2,5	1,8	3,0	2,5	2,0	1,5
	3,5	3,0	2,0	1,6				
Свыше 1200	5,5	4,0	3,0	2,0	3,4	2,9	2,4	1,7
	4,0	3,5	2,3	1,8				

K_t - коэффициент влияния времени воздействия крепи:

- для выработок, срок службы которых более 15 лет, $K_t = 1$;
- для выработок при $t < 15$ лет K_t определяется по графику со слайда 4 в зависимости от отношений H_p/R_σ и t .

Важно помнить при расчете:

1. В числителе K_L для выработок с α до 35° , в знаменателе при α свыше 35° .

Для выработок, расположенных под углом к простиранию, принимается среднее между значениями по простиранию и в крест простирания.

2. K_L для наклонных выработок принимается как для горизонтальных, пройденных по простиранию.

В породах 1 категории устойчивости рекомендуются к применению прямоугольная, трапециевидная и сводчатая формы поперечного сечения горных выработок; в породах 2 категории – арочная, сводчатая и трапециевидная формы поперечного сечения, в породах III и IV категорий – арочная, арочная с обратным сводом, кольцевая и эллипсовидная форма выработки.



В горизонтальных и наклонных выработках в осадочных и изверженных породах, расположенных вне зоны влияния очистных работ, следует применять:

в породах I категории устойчивости – анкерную или набрызгбетонную крепь толщиной не менее 30 мм;

в породах II категории устойчивости – монолитную бетонную крепь, комбинированную из набрызгбетона толщиной не менее 50 мм с анкерами и металлической сеткой или без нее, сборную тубинговую крепь, металлическую податливую крепь без обратного свода, анкер-металлическую, металлическую арочную крепь с набрызгбетонным покрытием и тампонажем закрепного пространства;

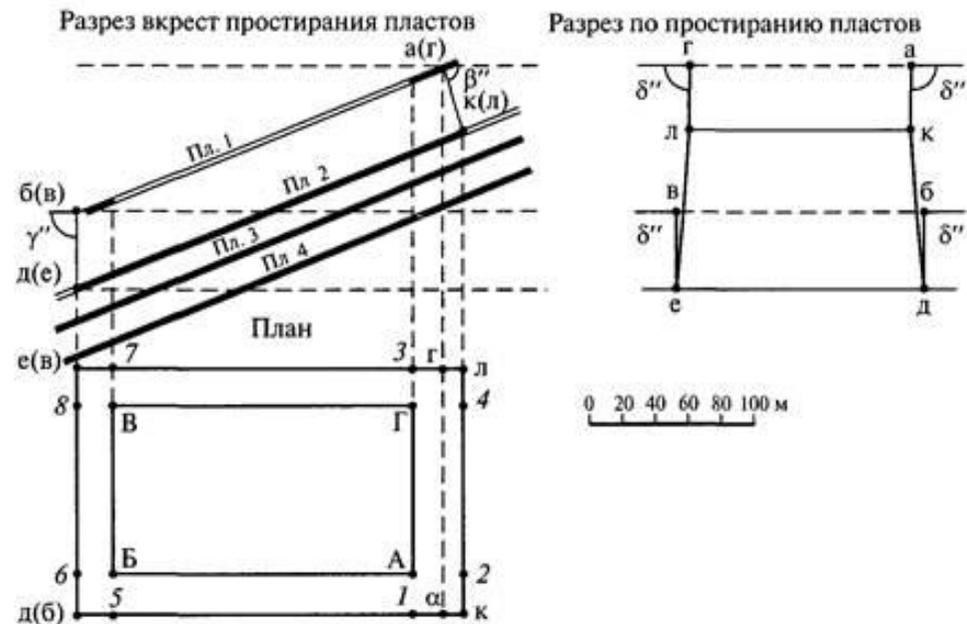
В породах III и IV категорий устойчивости – сборную тубинговую и блочную, а при соответствующем обосновании – метало бетонную, металлическую податливую и анкер – металлическую крепи, при этом в породах почвы I и II категорий устойчивости в крепях указанных типов обратный свод не предусматривается.

В осадочных породах почвы III и IV категорий устойчивости крепи, как правило, должны быть с обратным сводом. Допускаются в этих условиях крепи без обратного свода, но с обязательным осуществлением мероприятий по уменьшению смещений почвы путем упрочнений пород цементацией, анкерованием, разгрузкой массива или применением метода АРПУ.

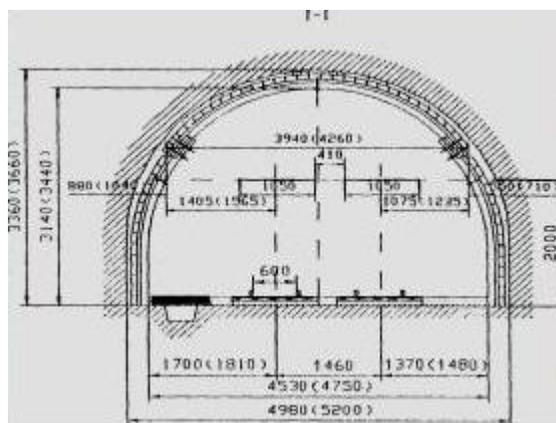
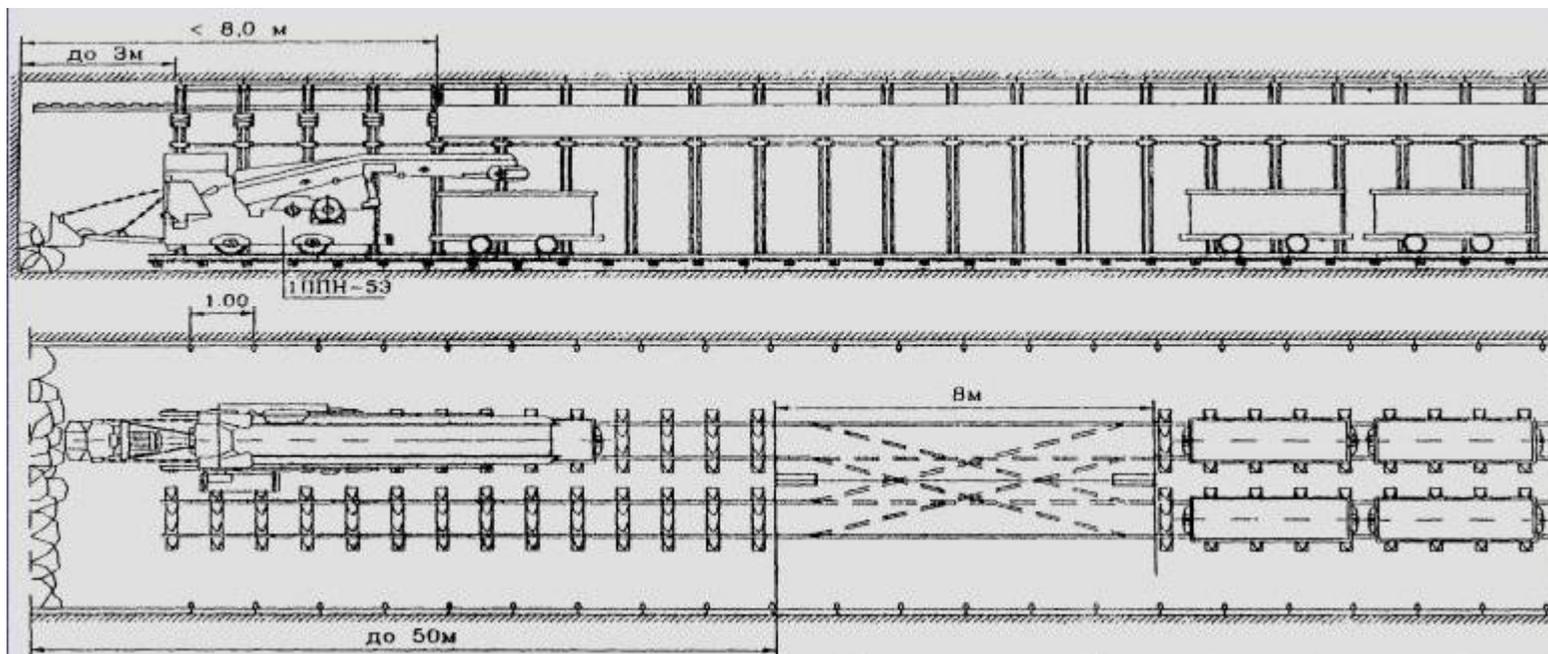


Простираание и падение

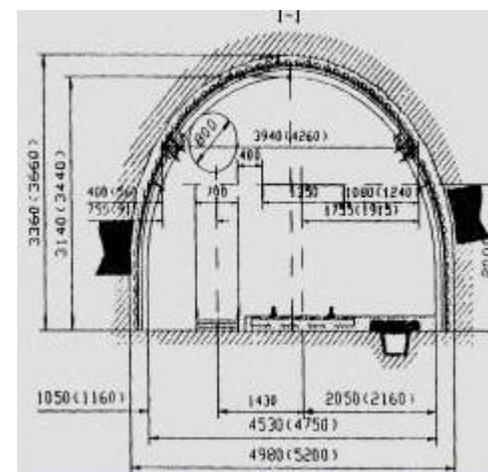
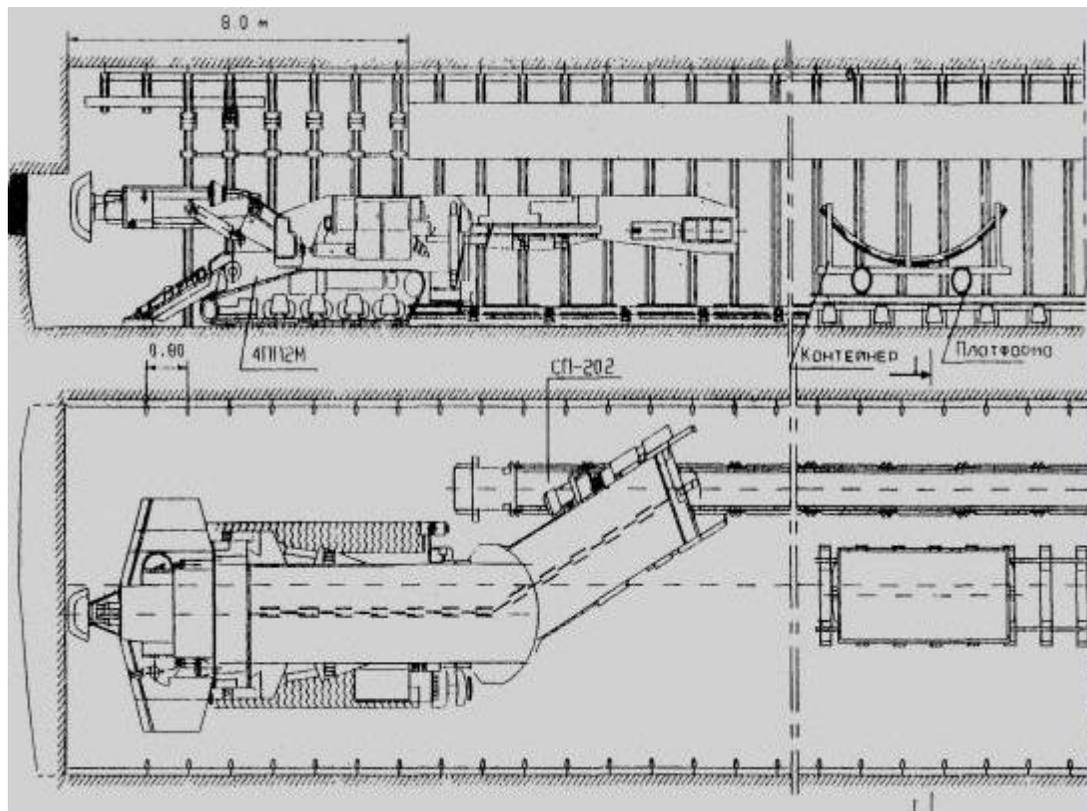
Геологические характеристики положения слоя горных пород, кровли магматического массива, жилы и др. геологических тел, а также различных поверхностей относительно сторон горизонта и горизонтальной плоскости. Простираание - линия пересечения поверхности слоя, находящегося в наклонном или вертикальном положении, горизонтальной плоскостью. Направление простираания выражается азимутом. :
 Падение - линия в плоскости слоя, проведённая перпендикулярно к простираанию в направлении наклона слоя. Ориентировка линии падения определяется её азимутом и углом падения. Азимут измеряется по проекции линии падения на горизонтальную плоскость; угол падения заключён между линией падения и её горизонтальной проекцией



Технология проведения горизонтальных двух путевых выработок



Технология проведения горизонтальных и наклонных ± 10 градусов выработок



Исходные данные

1. Наименование выработки – конвейерный квершлаг
2. Срок службы выработки – $t=30$ лет
3. К выбору размеров поперечного сечения выработки – тип транспортного средства – 1 рельсовый путь и 1 конвейер ЛК-100
наличие прохода для людей – 1
тип электровоза – А14-2
4. Глубина заложения выработки – $H=680$ м
5. Угол залегания горных пород - $\alpha = 3^\circ$
6. Прочность вмещающих пород на одноосное сжатие (Мпа) и расстояние между трещинами в массиве (м)
 - в кровле - 50/0,45
 - в сечении – 45/0,55
 - в почве – 90/0,9
7. Приток воды в выработку – $4 \text{ м}^3/\text{ч}$
8. Угол наклона выработки - 0°
9. Категория шахты по газу и пыли – IV
10. Длина выработки – $L=700$ м
11. Наличие угольного пласта в сечении выработки – нет
12. Количество воздуха, проходящего по выработке, $Q_{\text{возд}} = 100 \text{ м}^3/\text{с}$.

