

Практическая работа №5.

Тема. Форма, размеры горизонтальных и наклонных выработок, типы крепей, требования ПБ по зазорам, расчет площади, типовые сечения.

Задание. По заданным условиям выбрать размеры горной выработки и рассчитать паспорт крепления. Изобразить на миллиметровке полученное сечение.

Контрольная работа по классификации крепи, требованиям к крепи, и назначению.

Горное давление – трещинообразование, смещение и осадка выработки, отслоение пород, пучение и поднятие почвы.

Для выполнения всех необходимых операций по выемке п.и. необходимо возводить горные крепи (для обеспечения сохранности горных размеров)

Крепь – это искусственное строительное сооружение, возводимое в горной выработке для сохранения ее поперечного сечения и рабочего состояния на весь срок службы.

Классификация горных крепей

- 1) По основному (преобладающему материалу) - бетонная, сборная ж/б, металлическая, деревянная, облегченные виды крепи (набрызг-бетонная, штанговая), полимерная;
- 2) По назначению выработок – крепь вскрывающих, подготавливающих, нарезных и очистных выработок;
- 3) По виду выработок – крепь горизонтальных, наклонных, вертикальных выработок;
- 4) По сроку службы – временная, постоянная;
- 5) По форме – замкнутую, незамкнутую;
- 6) По принципу работы – жёсткую (деформации не выходят за пределы упругих), податливую (узлы податливости), шарнирную (элементы перемещаются др. относительно др.), шарнирно-податливую , индивидуально-рамную (каждая рама воспринимает нагрузку не зависимо от другой), системную.

Требования к горным крепям:

- Большая несущая способность (прочность, способность противостоять горному давлению)
- Высокий срок службы (сохранение проектных размеров)
- Минимальный объем, масса элементов
- Большой материальный ресурс
- Иметь небольшое количество элементов, обеспечивать удобный монтаж, а так же демонтаж
- Небольшая стоимость
- Быть огнестойкой, устойчивой против коррозии и гниения

При отработке месторождений подземным способом ведение горных работ связано с проведением различных типов горных выработок (вскрывающих, подготовительных, очистных, вертикальных, горизонтальных, наклонных и т.д.).

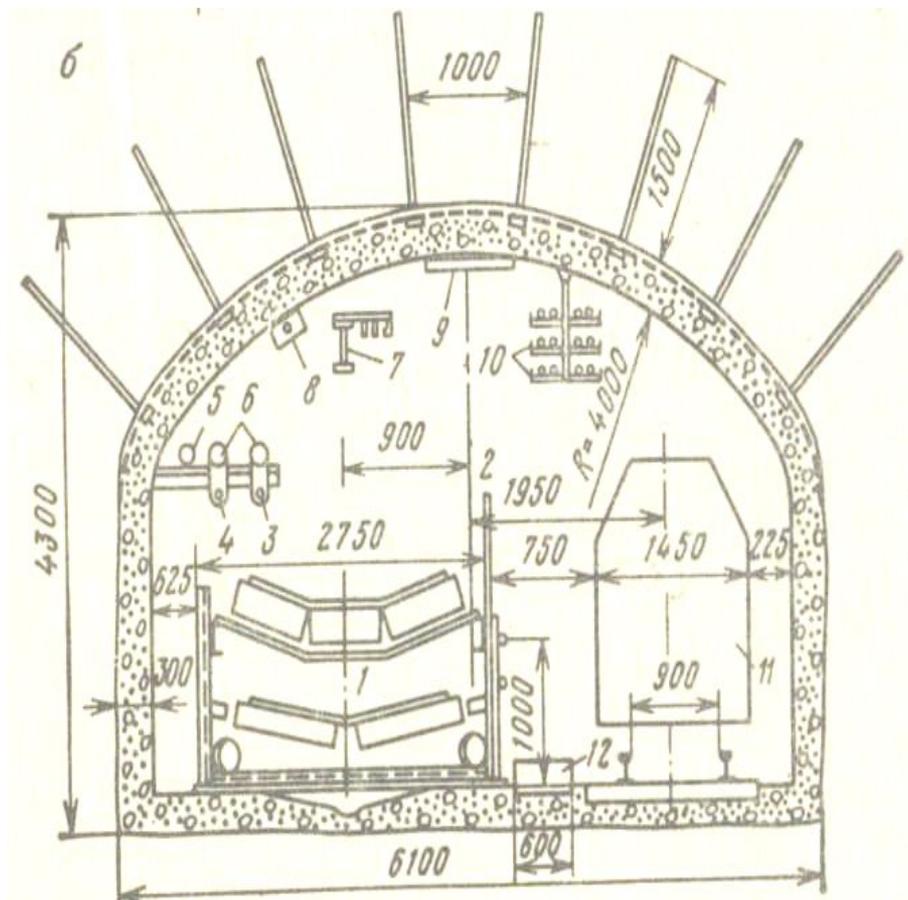
Основное назначение подземных горных выработок: транспортирование отбитого полезного ископаемого (уголь, руда) рельсовым или конвейерным транспортом, транспортирование материалов, оборудования, передвижение рабочих, размещение коммуникаций (силовых, осветительных и сигнальных кабелей, трубопроводов сжатого воздуха, водяных труб и др.), водоотлив, пропуск воздуха, необходимого для проветривания горного участка (очистного забоя).

Форма и площадь поперечного сечения горных выработок зависят от назначения и срока их службы, свойств пересекаемых вмещающих пород, вида и размеров используемого оборудования, типа и материала крепи, величины горного давления, количества воздуха, которое необходимо пропустить по данной выработке и требований «Правил безопасности в угольных шахтах...» (ПБ) по безопасным зазорам между стенками выработки и оборудованием (подвижным составом).

Крепление протяженных выработок может производиться деревянной (рамной) крепью, металлической (арочной) крепью из специального профиля СВП, сборной железобетонной или тюбинговой крепью, монолитным бетоном. В процессе эксплуатации на крепь горных выработок оказывает влияние горное давление, поэтому выработки, находящиеся в зоне влияния горных (очистных) работ, крепятся специальными податливыми видами крепей (металлическая арочная), способными деформироваться без нарушения несущих функций.

В зависимости от вида крепи наибольшее распространение получили прямоугольная (*a*), сводчатая (*б*), арочная (*в*), круглая (*г*), полигональная (*д*), трапецевидная (*е*) формы выработок (рис. 1).

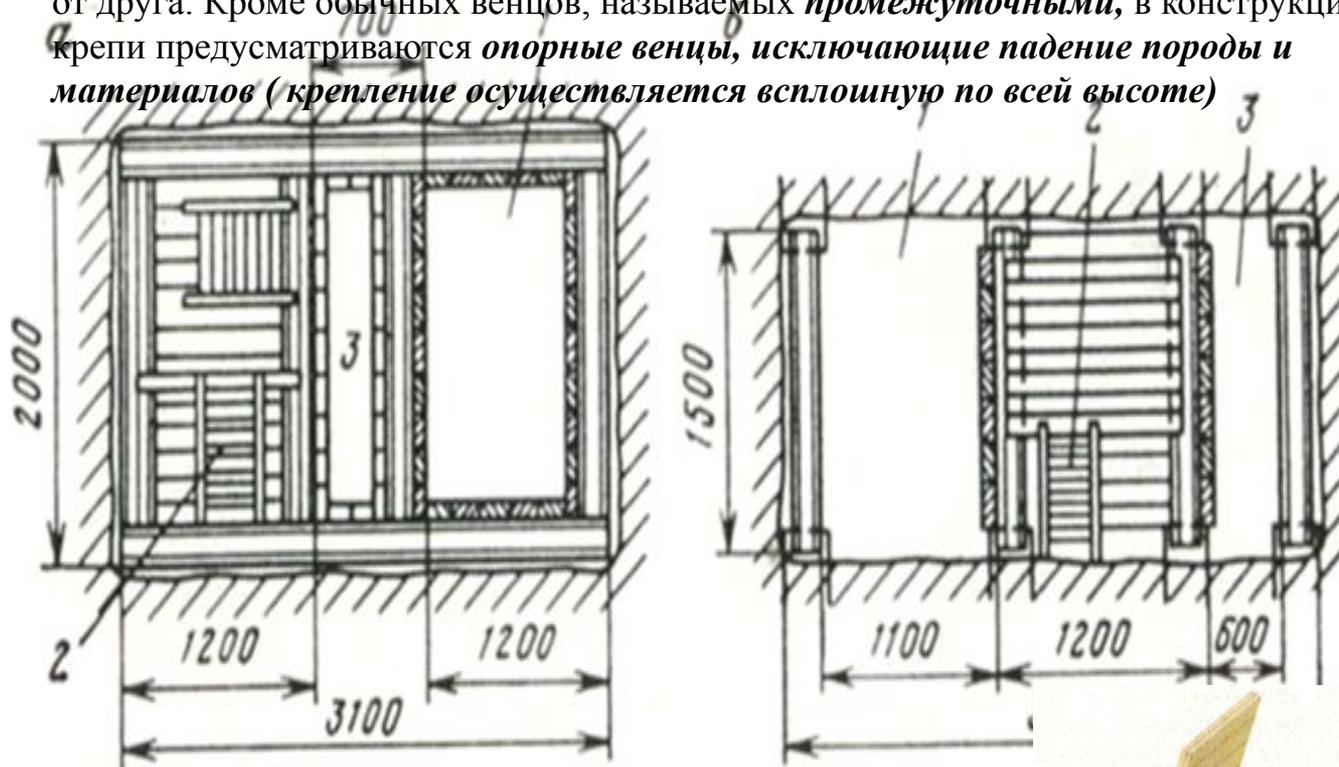
При проектировании выработок выделяют (различают) площадь поперечного сечения в свету (площадь, определенная по внутреннему контуру крепи и транспортному основанию), в черне (площадь, определённая по внешнему контуру крепи и почве выработки) в проходке (площадь по контуру выработки



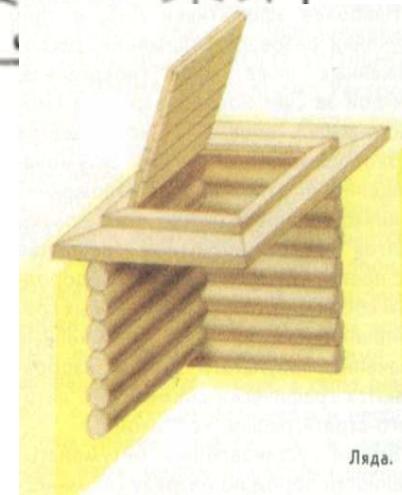
Сечения наклонных стволов

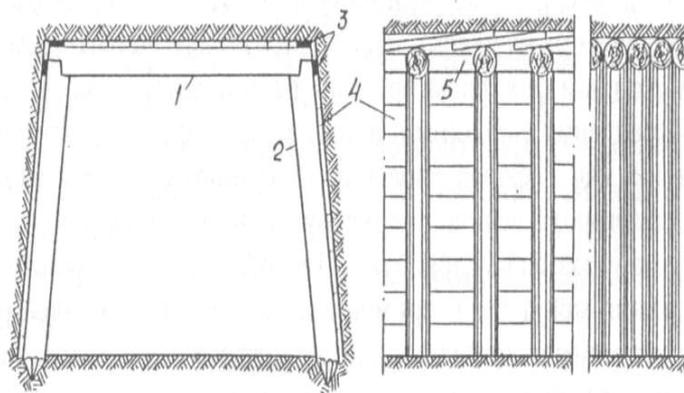
представлено сечение наклонного ствола одного из ГОКов в Кривбассе. Ствол имеет угол наклона 15° , площадь сечения в свету $19,3 \text{ м}^2$, крепь— монолитный бетон. Ствол оборудован ленточным конвейером 1 с шириной ленты 2 м. За разъемным ограждением 2 размещается фуникулер 11, используемый для доставки материалов, деталей, оборудования и при производстве ремонтных работ. Для перемещения ремонтных рабочих имеется лестница 12. По стволу проложены трубопроводы: сжатого воздуха 5, водоснабжения 4, кислорода 3, перфорированные трубы для смыва пыли 8, системы отопления 6, магистраль сварочных трансформаторов S, кабели связи 10,

Венцовая крепь является разновидностью рамной и широко применяется для **крепления вертикальных горных выработок**: шурфов, шахтных стволов, восстающих и гезенков. Основной элемент крепи — **венец**, состоящий из четырех бревен или брусьев, соединенных между собой «в лапу». Венцы располагают в выработке перпендикулярно ее оси вплотную или на некотором расстоянии друг от друга. Кроме обычных венцов, называемых **промежуточными**, в конструкции крепи предусматриваются **опорные венцы, исключая падение породы и материалов (крепление осуществляется сплошную по всей высоте)**

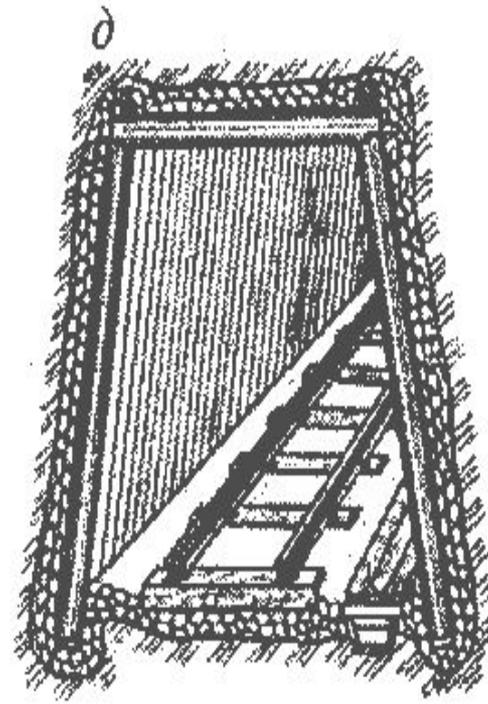
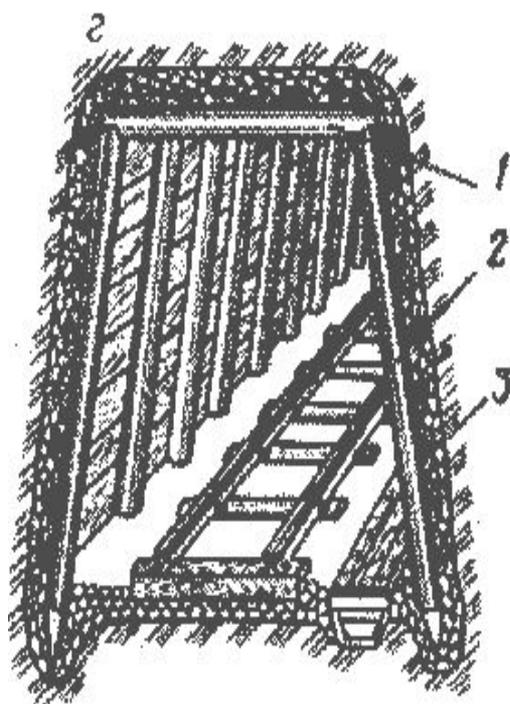
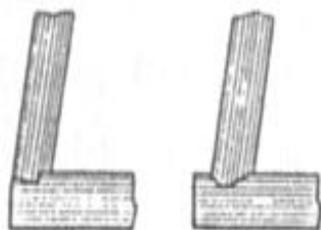
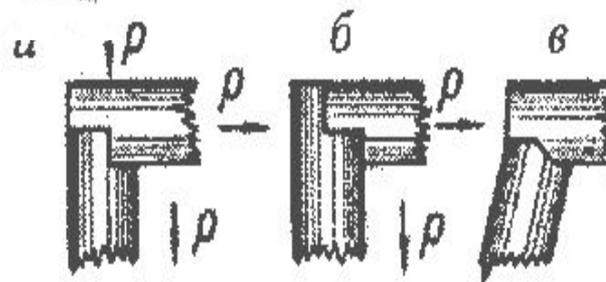


Восстающие выработки: 1- рудоспускное отделение; 2 – лестничное отделение; 3 – отделение для доставки материалов

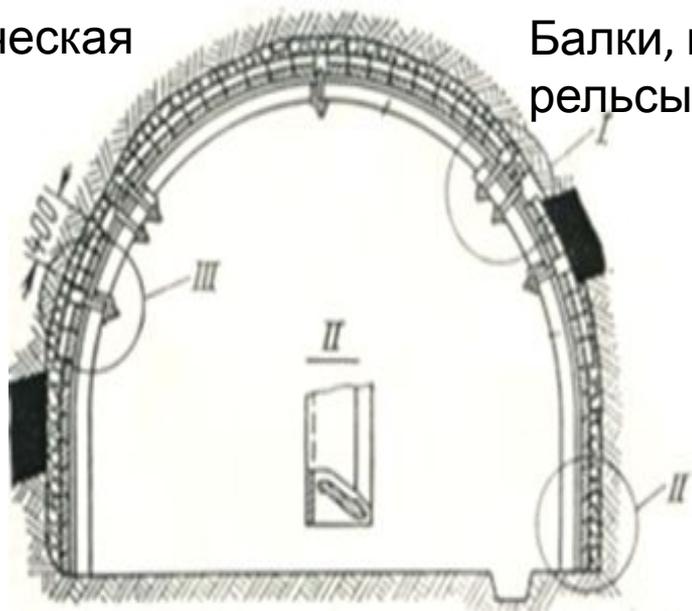




Деревянная рамная крепь горных выработок: соединения стоек с верхняком: *а* — при давлении сверху; *б* — при давлении сбоку; *в* — при давлении сверху и сбоку; *г* — крепление выработки вразбежку; *д* — крепление выработки сплошное; 1 — верхняк; 2 — стойка; 3 — клинья 4 — затыжка



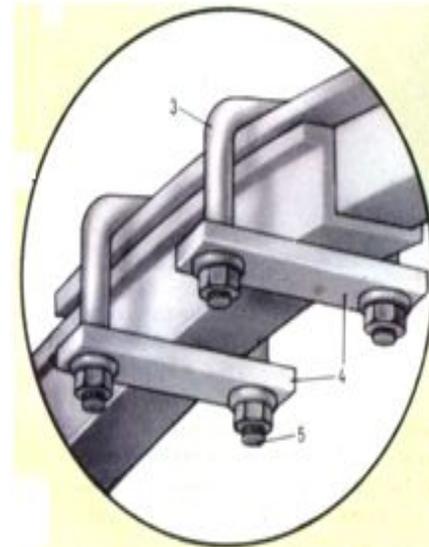
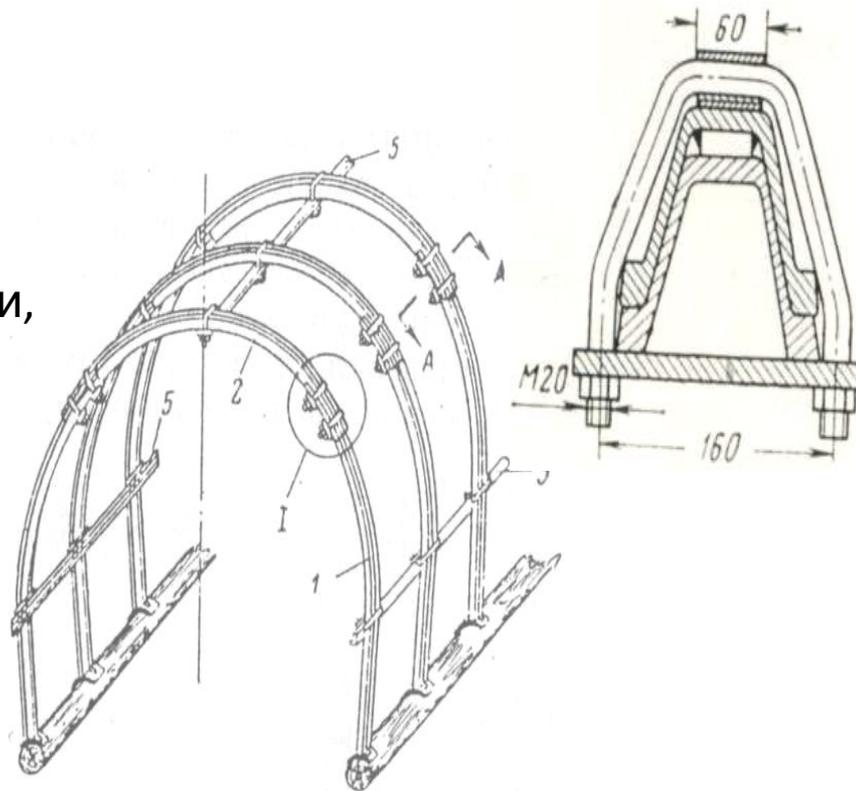
Металлическая
крепь



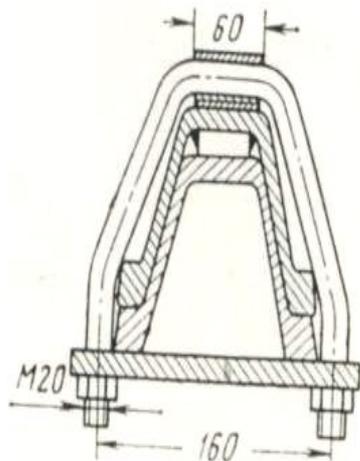
Балки, швеллера, двутарвы,
рельсы



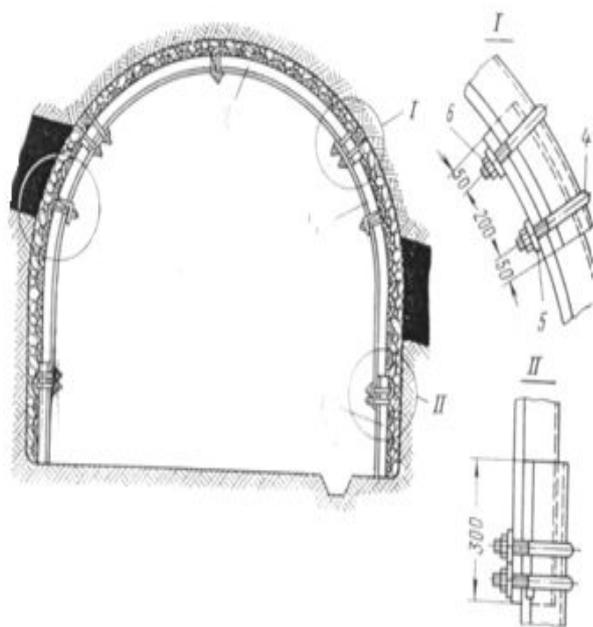
5- планки,
стяжки



Стойки
соединяют
либо с
помощью
болтовых
соединений
либо на
сварку

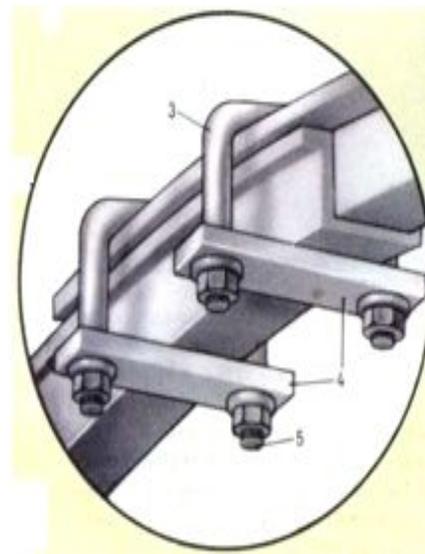


Трехзвенная крепь обеспечивает податливость до 300 мм за счет проскальзывания в замке, если необходимо обеспечить большую податливость (до 700 мм) то используем 5-звенную



Арочная податливая пятизвенная крепь

Арочная податливая трехзвенная крепь



Монолитная бетонная крепь

Цемент, песок, щебень (габро, диабаз, гранит)

Бетон укладывается за опалубку вручную либо с помощью миксеров, работающих на сжатом воздухе)

Используется арматура

+ высокая несущая способность, большой срок службы, возможность использования в выработках со сложной конфигурацией

- Отсутствие податливости(не способна деформ), высокая трудоемкость возведения

Обл. применения: капитальные горные выработки и камеры с большим сроком службы за пределами зоны влияния опорного давления

Сборная ж/б крепь

Плиты, соединяемые болтами

Тюбинги – сектора для крепления выработок круглой формы

+ высокая несущая способность, большой срок службы, возможность механизации

- Высокая стоимость

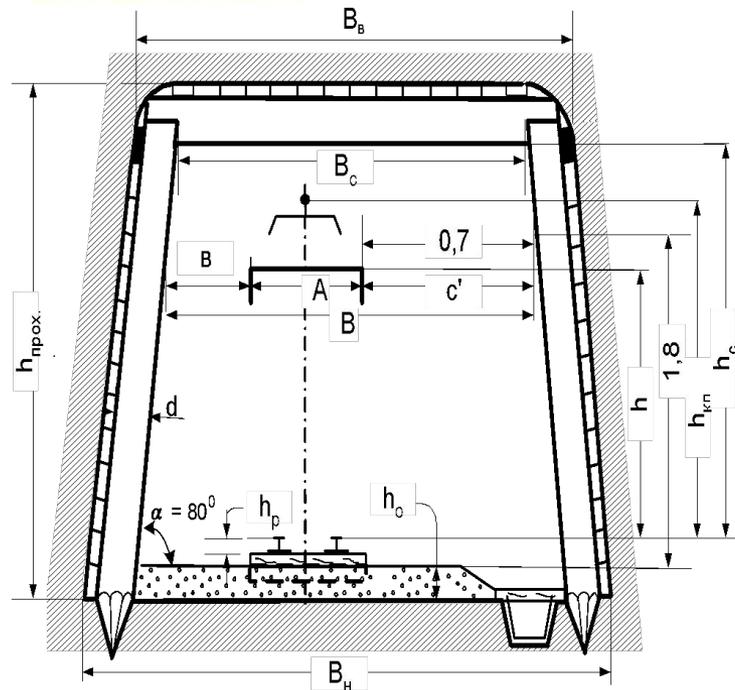
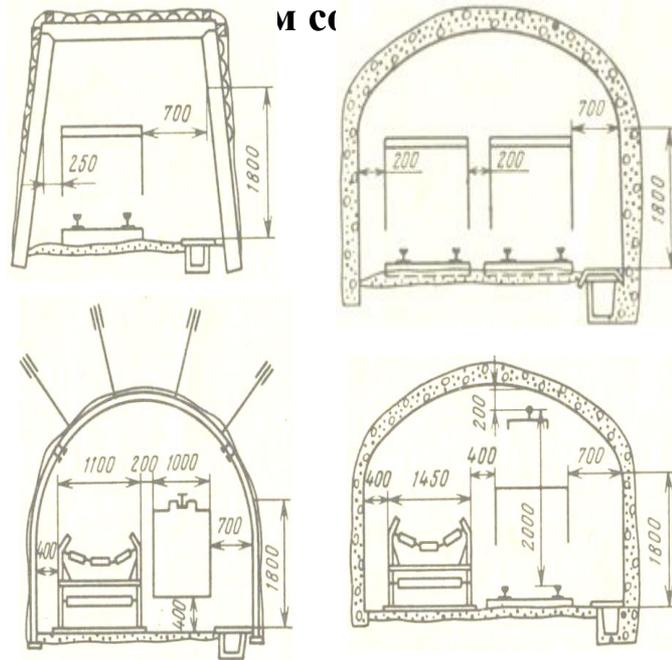
Область применения: капитальные горные выработки

Анкерная крепь

Стержни, закрепляемые различными способами в скважинах, шпурах (сшивают слоистые породы в единую монолитную систему)

Диаметр 20мм ,длина 0,6 - 3,0 м

Минимальные расстояния между крепью выработки и



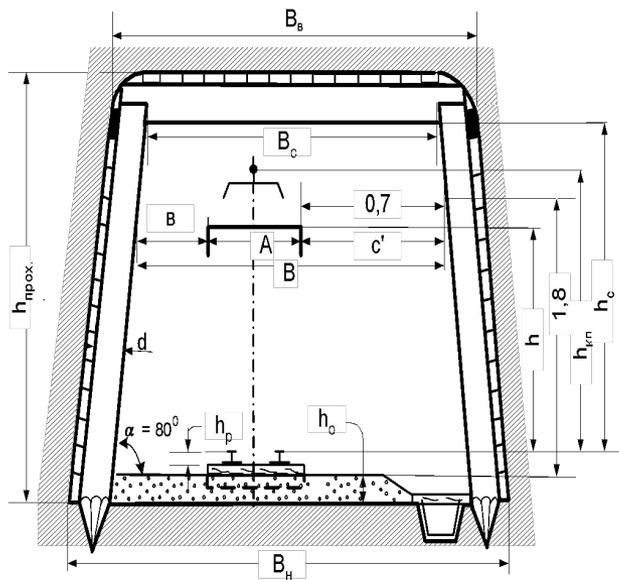
Минимальное расстояние между крепью и подвижным составом в выработках, закрепленных деревом, составляет 250 мм, в выработках с крепью из других материалов — 200 мм.

На закруглениях ширину выработки увеличивают на 300—420 мм. Высота выработки считается от уровня балластного слоя, толщина которого под шпалами должна быть не менее 100 мм. $h_0 = 0,32 - 0,35$ — высота верхнего строения рельсового пути (балластного слоя); $h_p = 0,14$ м. Толщина шпал составляет 120—150 мм, высота рельсов — 90 мм (P18), 107 мм (P24), 128 мм (P33), 135 мм (P38).

Расстояние от верхней выступающей части конвейера до верхняка должно быть не менее 0,5 м, а у натяжных и приводных головок — не менее 0,6 м.

При откатке грузов контактными электровозами и механической доставке людей расстояние от рельса до контактного провода в выработках должно быть не менее 1,8 м, на площадках и в выработках, по которым передвигаются люди, > 2 м; расстояние от контактного провода до верхняка крепи > 0,2 м.

Для сохранения установленных



Габаритные размеры транспортных средств

Тип транспортного средства	Высота, м	Максимальная ширина, м
Контактные электровозы		
4КР1, 7КР1У	1,50	1,35
К10М, К14М	1,65	1,35
Аккумуляторные электровозы		
АМ8Д, 2АМ8Д	1,42	1,35
АРП7, АРВ7	1,50	1,35
АРП10, АРП14, АРП28	1,65	1,35
Грузовые вагонетки		
ВГ1.1, ВГ1.4, ВГ1.6	1,3	0,85
ВГ2.5	1,3	1,24
ВД 3.3	1,3	1,32
Вагонетки для перевозки людей		
ВПГ12	1,53	1,03
ВПГ18	1,53	1,32
ВЛН 10Г	1,07	1,50
Ленточные конвейеры		
1Л80У, 2Л80, 1ЛТ80	0,92	1,11
1ЛТ100, 2ЛУ100У, ЛЛ100	0,95	1,40
Скребокковые конвейеры		
СПМ46	1,45	0,51
СПМ301	2,85	0,95
1СР70М	2,0	0,60

Ширина выработки в свету на уровне верхней части подвижного состава составит:

$$B = A \cdot n + b + c + c',$$

где A – максимальный поперечный размер транспортного устройства (вагонетки, электровоза, конвейера) (табл. 1.);

n – количество транспортных (рельсовых) путей в выработке;

b – зазор (безопасное расстояние, регламентируемое ПБ) между крепью и подвижным составом (при рамной металлической, деревянной и железобетонной крепи $b = 0,25$ м, при монолитной бетонной крепи $b = 0,20$ м, при конвейерном транспорте $b = 0,4$ м);

c – зазор между транспортными средствами ($c = 0,20$ м между подвижными составами, $c = 0,4$ м между подвижным составом и конвейером);

c' – ширина прохода для людей на уровне транспортного сосуда (h_{mc}), которая должна сохраняться на высоте $h_1 = 1,8$ м, ($c' = 0,7$ м и $1,0$ м в местах посадки–высадки людей) (§118 ПБ). На закруглениях ширина выработки увеличивается на

При расчете размеров выработки в проходке необходимо учитывать толщину крепи. Тогда ширина выработки вчерне по верху (на уровне верхняка) составит:

$$B_g = B - 2(h_{\text{прох}} - h) \operatorname{ctg} \alpha + 2(d + \delta),$$

где $h_{\text{прох}}$ – высота выработки; α – угол наклона стоек крепи ($\alpha = 80^\circ$);
 d – толщина стойки (принимается по данным расчета крепи, но не менее 0,16 м); δ – толщина затяжки, м.

Ширина выработки вчерне по низу (на уровне почвы):

$$B_n = B + 2h \operatorname{ctg} \alpha + 2(d + \delta).$$

В соответствии с ПБ контактный провод должен быть подвешен от головки рельс на высоте $h_{\text{кн}}$, которая в основных выработках равна 1,8 м, на посадочных площадках и сопряжениях (пересечениях) выработок – 2,0 м; в околоствольных дворах – 2,2 м. Расстояние от контактного провода до верхняка должно быть не менее 0,2 м.

Тогда минимальная высота выработки в свету (от головки рельс до верхняка) определяется:

$$h_c = h_{\text{кн}} + 0,2 \text{ м},$$

а высота выработки вчерне:

$$h_{\text{прох}} = h_c + h_o + h_p + d + \delta + \Delta h,$$

где $h_o = 0,32 - 0,35$ – высота верхнего строения рельсового пути (балластного слоя); $h_p = 0,14$ – высота рельса; Δh – величина осадки, определяемая величиной горного давления и конструкцией крепи (податливостью). При использовании жесткой крепи Δh принимают равной 100 мм, при податливой крепи $\Delta h = 300 - 500 - 700$ мм.

Площадь выработки определится:

– в свету: $S_c = B h_o / 2, \text{ м}^2$;

– в проходке: $S_n = 1,05 (B_g + B_n) h_{\text{прох}} / 2, \text{ м}^2$.

**Толщина затяжки 50
мм**

Правилами безопасности регламентируются допустимые скорости движения воздуха по горным выработкам. Тогда

$$V = Q / S_c \leq V_{нб},$$

где Q – количество воздуха, которое необходимо пропустить по данной выработке для проветривания (шахты, крыла, участка, очистного забоя), м³/мин; $V_{нб}$ – допустимая скорость движения воздуха по выработкам, регламентируемая требованиями ПБ.

Количество воздуха, необходимое для проветривания участка по газовому фактору, определяется по формуле:

$$Q = 1000 A_{сут} g / 24 \cdot 60 C, \text{ м}^3/\text{мин},$$

где $A_{сут}$ – суточная добыча с участка, т/сут;

g – относительная метанообильность выработок участка, м³/т суточной добычи;

C – допустимое содержание метана в исходящей струе участка, %.

По количеству выделяющегося метана все угольные шахты делятся на четыре категории: шахты I категории – g до 5,0 м³/т; шахты II категории – g от 5,0 до 10 м³/т; шахты III категории – g от 10 до 15 м³/т; сверхкатегорные шахты – g более 15 м³/т (§267 ПБ).

В соответствии с §268 ПБ на исходящей струе шахты, крыла содержание метана (C) не должно превышать 0,75%.

Скорость движения воздуха по выработкам не должна превышать: по главным откаточным и вентиляционным штрекам, капитальным бремсбергам, уклонам, людским стволам – 8 м³/сек; по прочим выработкам, проводимым по углю и породе (скаты, печи, сбойки, просеки) – 6 м³/сек; в призабойном пространстве очистных и подготовительных выработок – 4 м³/сек; по стволам для спуска-подъема грузов – 12 м³/сек; по вентиляционным стволам и скважинам – до 15 м³/сек. При этом минимальная скорость движения воздуха по выработкам не должна быть менее 0,25 м³/сек (§235 ПБ).

Из этого выражения можно определить минимальную площадь поперечного сечения выработки в свету по фактору проветривания:

$$(S_c)_s = Q / 60 V_{нб}.$$

Для дальнейших расчетов принимают большее значение:

$$(S_c)_{проект} = \max \{(S_c)_z \text{ или } S_c\}.$$

Правилами безопасности также регламентируются минимальные площади поперечного сечения выработок: главные откаточные и вентиляционные выработки, ходки для механизированной перевозки людей должны иметь площадь поперечного сечения в свету не менее 9 м²; участковые штреки, бремсберги, уклоны – не менее 6 м²; вентиляционные просеки, печи, сбойки – не менее 1,5 м² (§118 ПБ).

Выбранное сечение выработки проверяют по минимально допустимой скорости движения воздуха и минимальной площади в соответствии с требованиями ПБ.

Окончательно в проекте принимается ближайшее большее типовое сечение выработки с учетом возможной её осадки.

Деревянная крепь

Деревянную крепь достаточно широко применяют для крепления горизонтальных, наклонных и вертикальных выработок с небольшим сроком службы (2-5 лет). По своим характеристикам деревянная крепь относится к крепям ограниченной податливости и применяется в выработках с установившимся горным давлением. Деревянная крепь имеет трапециевидную, реже прямоугольную форму рамной конструкции. Крепёжная рама состоит из двух стоек и верхняка «неполный дверной оклад», а в неустойчивых породах, склонных к пучению (крепится почва), крепь имеет замкнутый контур «полный дверной оклад». Рамы в слабых породах могут устанавливаться в сплошную деревянную крепь (сплошная крепь), а в устойчивых породах используют крупные и неустойчивых пород диаметром 125-130 мм друг от друга, (в разбежку), с затяжкой кровли и боков. В качестве затяжки используют доски, горбыль, обапола. Стойки устанавливают в лунки с наклоном ($75 - 80^\circ$) к горизонтали, соединение стойки с верхняком (замок) обычно осуществляют «в лапу» (рис. 5б). При значительной ширине выработки в середине может устанавливаться дополнительная стойка (прогон). В выработках с углом наклона более 30° выработки крепят полными крепёжными рамами с распорками, предотвращающими их сползание, а ширина рельсовой колеи на прямолинейных участках пути (расстояние между опорными венцами, закрепляемыми в массиве внутренних вертикальных граней головок рельсов) на новых и реконструируемых шахтах должна быть 900

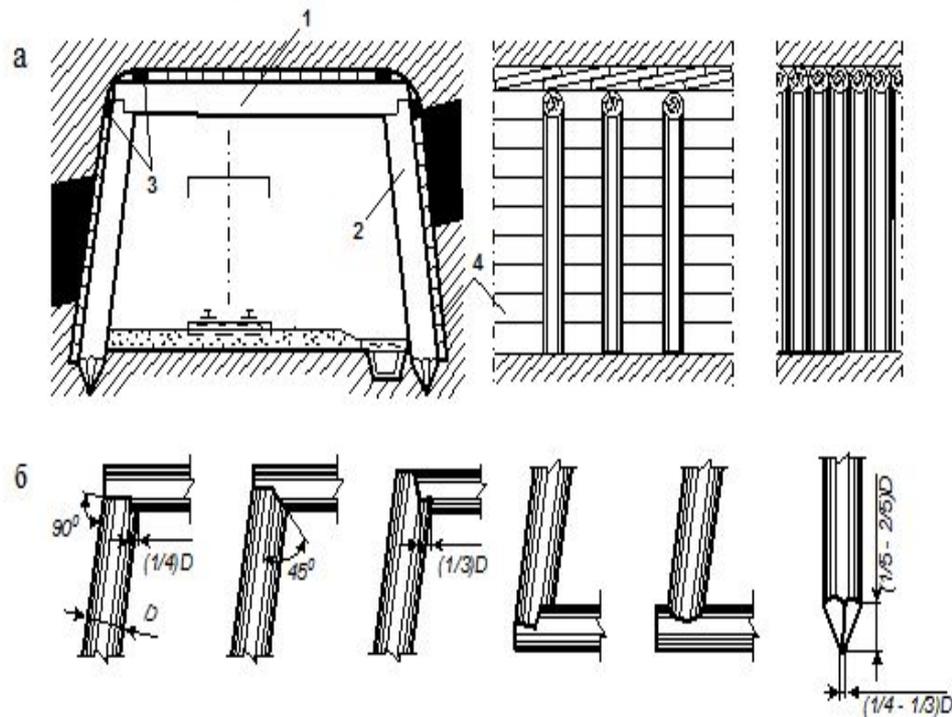


Рис. 5. Сечение выработки, закрепленной деревянной рамной крепью (а): 1 – верхняк; 2 – стойка; 3 – клинья; 4 – затяжка; элементы крепёжной рамы (б)

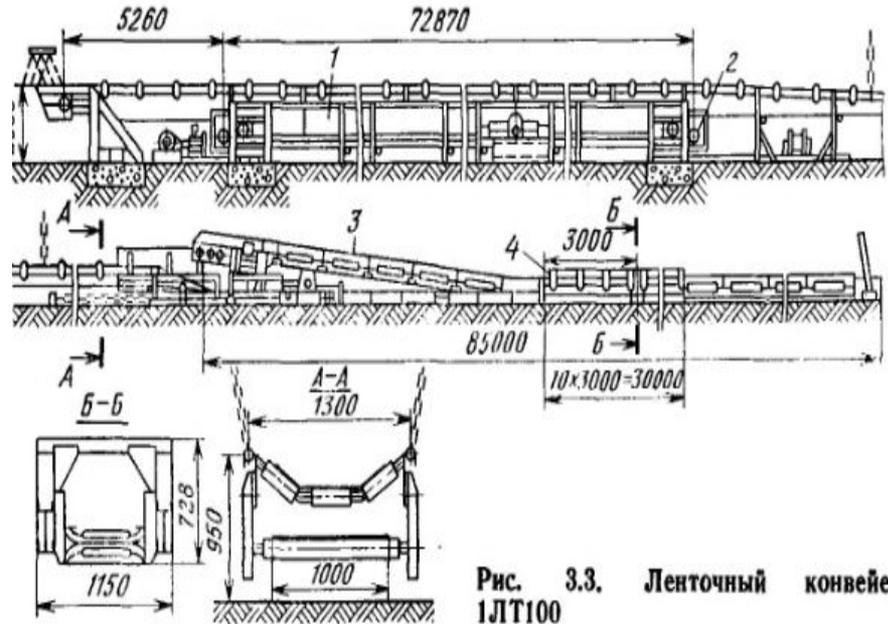
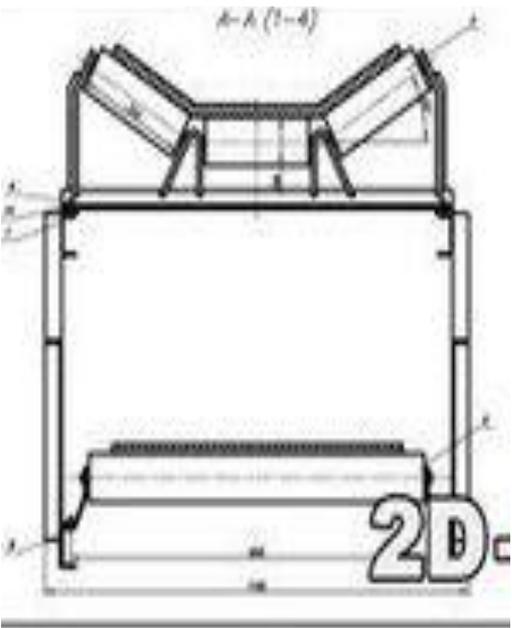


Рис. 3.3. Ленточный конвейер ЛТ100

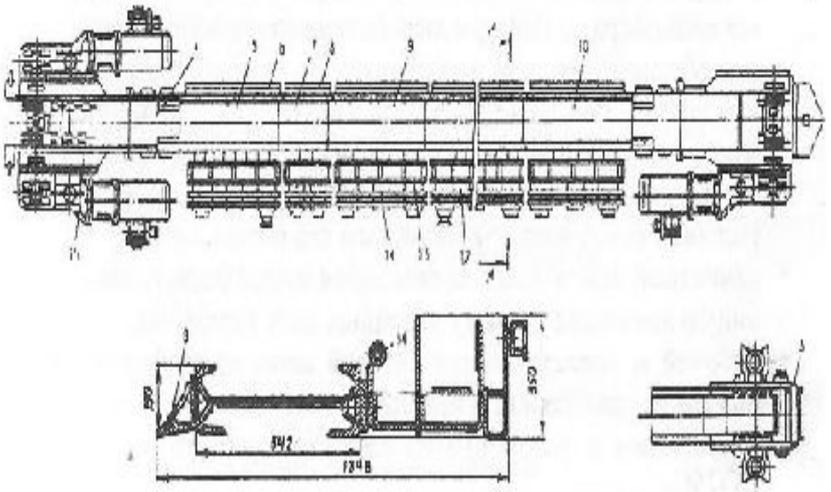
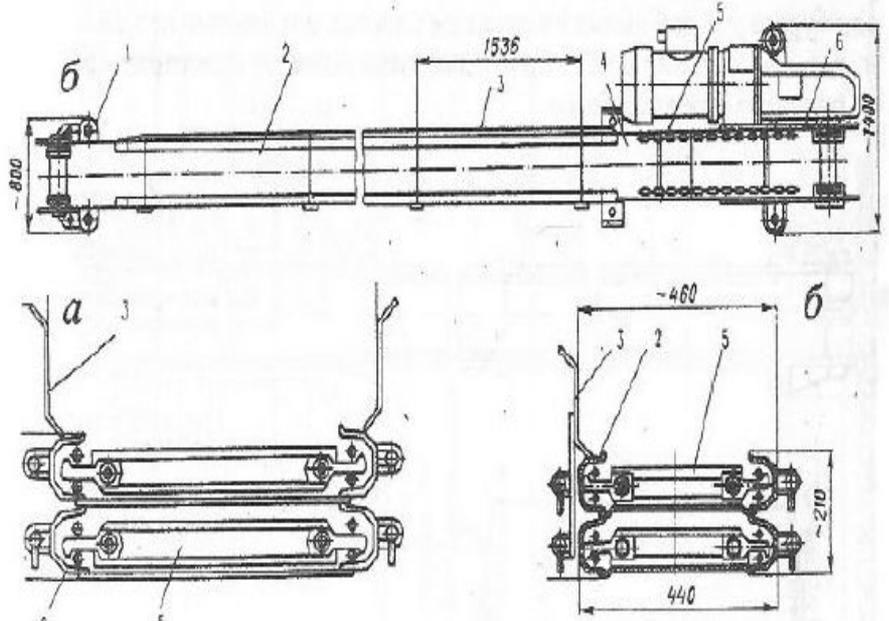
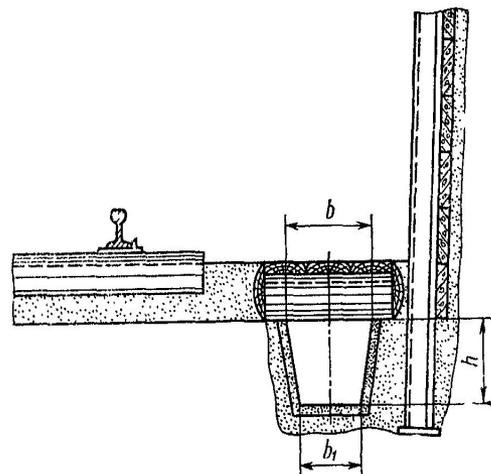


Рис. 1.84. Конвейер скребковый СП202М



Водоотливные канавки, закрепленные торкретбетоном
или слоем цементного раствора
(уклон 0,003)

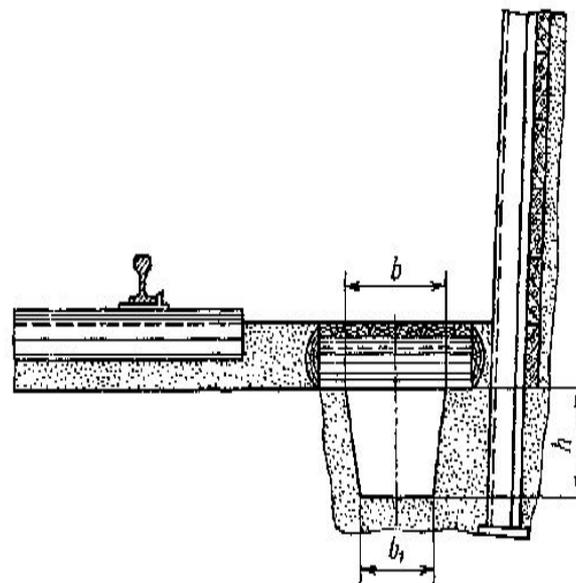


Черт. 2

Таблица 3

Приток воды, м³/ч	b	b_1	h	Площадь сечения в свету, м²
	мм			
300	400	300	400	0,140
400	450	350	450	0,180
500	450	350	500	0,200

Водоотливные незакрепленные канавки
(уклон 0,003)



Черт. 1

Таблица 2

Приток воды, м³/ч	b	b_1	h	Площадь сечения в свету, м²
	мм			
100	450	350	200	0,080
150	450	350	250	0,100
200	450	350	300	0,120

Величина горного давления на раму зависит от свойств вмещающих пород, глубины заложения выработки, степени влияния очистных работ. Расчет деревянной рамной крепи заключается в определении диаметра крепёжного леса и расстояния между рамами.

Диаметр стойки крепи рассчитывается на сжатие с учетом продольного изгиба по формуле

$$d = 1,3 \sqrt[3]{Ql / mR}, \text{ см,}$$

где Q – величина горного давления на крепёжную раму, кг;

l – Длина стойки, см;

m – Коэффициент, учитывающий условия работы крепи, в соответствии со СНиП $m = 0,6 - 0,75$;

$R_{сж}$ – расчетное сопротивление сжатию, кг/см² (для рудничных стоек из сосны и если $R_{сж} = 1300$ кг/см²).

Величина горного давления на крепёжную раму для пород с $f = 4 - 9$ вне зоны влияния очистных работ рассчитывается по формуле

$$Q = 1,3La^2 \gamma / f,$$

где L – расстояние между рамами, принимают исходя из технологических условий ($L = 50 - 150$ см);

$2a$ – ширина выработки в проходке, см;

γ – объемная масса пород, кг/см³;

f – коэффициент крепости вмещающих пород по шкале М.М. Протодьяконова;

Верхняя рассматривается как балка на двух опорах, нагруженная распределенной нагрузкой. Его диаметр определится из условия:

$$d = 2,154 \sqrt[3]{W}, \text{ см,}$$

где $W = 0,3125Q a / R_{изг} m$;

$R_{изг}$ – расчетное сопротивление изгибу (для сосны и ели эта величина примерно равна сопротивлению на сжатие).

Для обеспечения прочности диаметр рудничных стоек для крепи принимают по максимальной рассчитанной величине.

Толщина деревянной затяжки рассчитывается по формуле

$$b = kL \sqrt{\gamma a / mR}, \text{ см,}$$

где k – коэффициент формы затяжки (для затяжки из досок $k = 0,87$, для затяжки из обшпал $k = 1,3$).

Обычно кровля выработки затягивается сплошь, а степень затяжки боков зависит от крепости пород.