



**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГПС МЧС РОССИИ**

**КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ**



# **ВВЕДЕНИЕ В ПРОФЕССИЮ**

**2016**



# САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГПС МЧС РОССИИ



КАФЕДРА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ДЕЛА И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

## ТЕМА 3

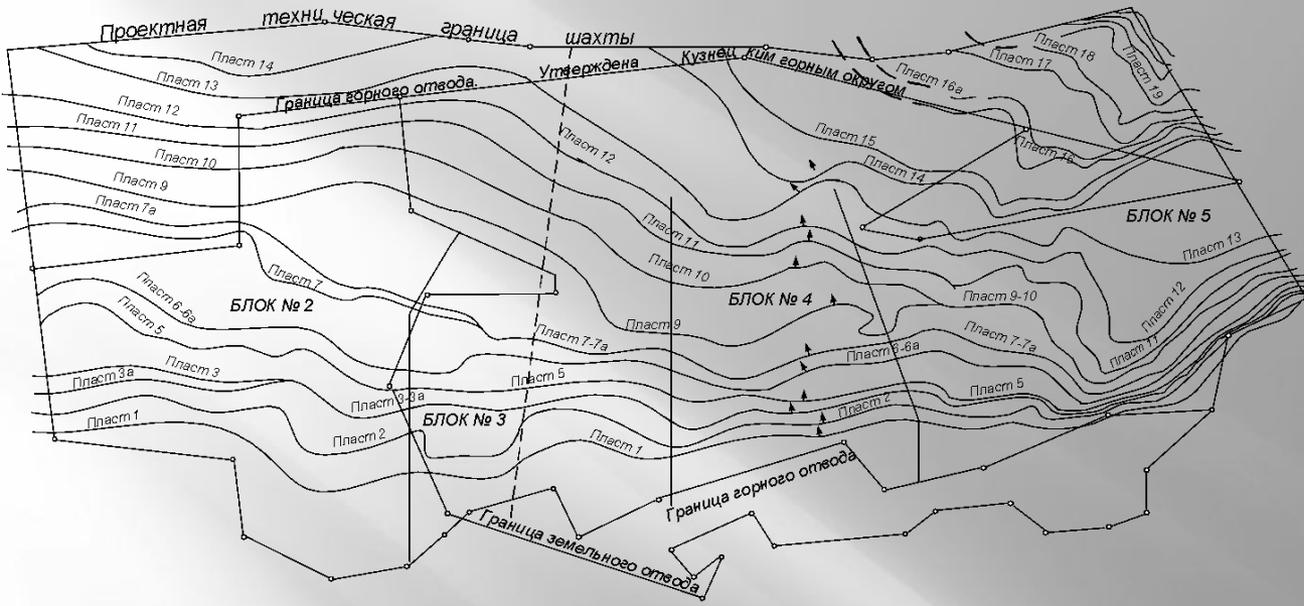
1. Классификация схем вскрытия пластовых месторождений
2. Классификация схем вскрытия рудных месторождения
3. Классификация схем вскрытия разреза/карьер
4. Способы подготовки месторождения (этажный, панельный и погоризонтный способы).
5. Способы подготовки рудных месторождений, этажная, блочная и концентрационная подготовка
6. Способы подготовки разрезов и карьеров. Понятие основных элементов (коэффициент вскрыши, уступ, забой и пр.)

# Классификация схем вскрытия пластовых месторождений

*Шахтное поле* – месторождение или его часть, отводимая шахте для разработки полезного ископаемого. Форма шахтных полей может быть различной и зависит от горно-геологических условий залегания пластов или рудного тела.

*Границы шахтного поля* – совокупность ограничивающих его поверхностей. При негоризонтальном залегании пласта различают границу шахтного поля по восстанию (верхнюю), по падению (нижнюю) и по простиранию пласта.

Размеры шахтного поля колеблются в широких пределах и для пологих пластов могут составлять 3-10 км\*2-3 км и для крутых пластов 3-4 км\*0,5-1 км. Границы шахтного поля устанавливаются по контуру рабочей мощности пласта угля.



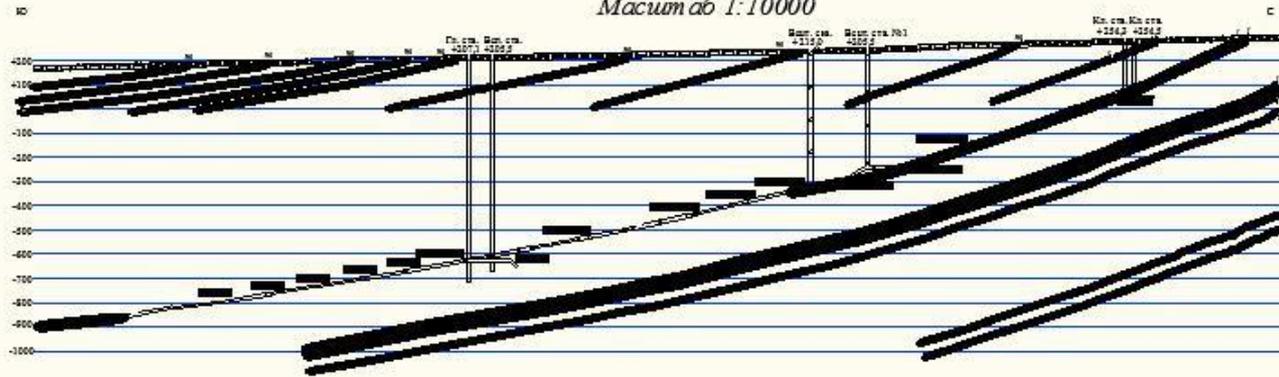
**План выхода угольных пластов под наносы шахта «Распадская» с указанием границ шахтного поля (вид сверху)**

**Шахтное поле сланцевой шахты «Эстония» с указанием границ шахтного поля (вид сверху)**



# Схема вскрытия шахтного поля

Масштаб 1:10000



# Схема шахтного поля

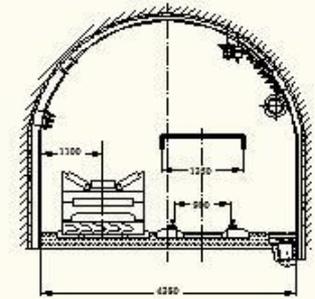
Масштаб 1:50000



## Западный конвейерный шрек

М 1:50

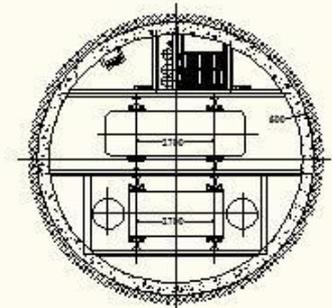
С<sub>г</sub> 12,6м.



## Вертикальный ствол

М 1:50

С<sub>г</sub> 3,8,46м.



# Схема вскрытия шахтного поля

*Откаточный горизонт шахты* – совокупность горизонтальных выработок, предназначенных в основном для транспортировки (откатки) добытого угля к шахтному стволу.

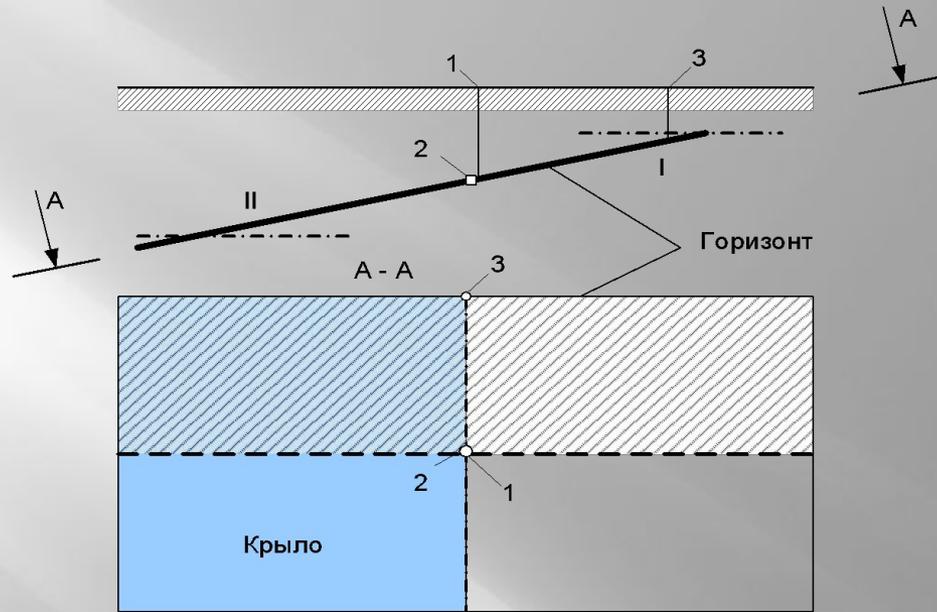
Откаточный горизонт, расположенный на уровне околоствольного двора, называется *основным*, или *коренным, откаточным горизонтом*.

Совокупность горизонтальных выработок, предназначенных в основном для отвода исходящей струи воздуха – *вентиляционным горизонтом шахты*.

Часть шахтного поля, расположенная выше основного откаточного горизонта, называется *полем по восстанию*, а расположенная ниже основного откаточного горизонта – *полем по падению*.

**Конфигурация шахтных полей значительных размеров по простиранию и падению принимается по возможности в виде прямоугольников, расположенных длинной стороной по простиранию.**

**В таких случаях верхняя и нижняя границы шахтного поля располагаются по простиранию, а боковые – по падению пластов. На практике часто допускаются отклонения от такой формы шахтных полей под влиянием различных факторов, основными из которых являются геологические условия залегания пластов (сбросы, сдвиги, выклинивания, размывы, непостоянные углы падения и простирания и т. п.).**



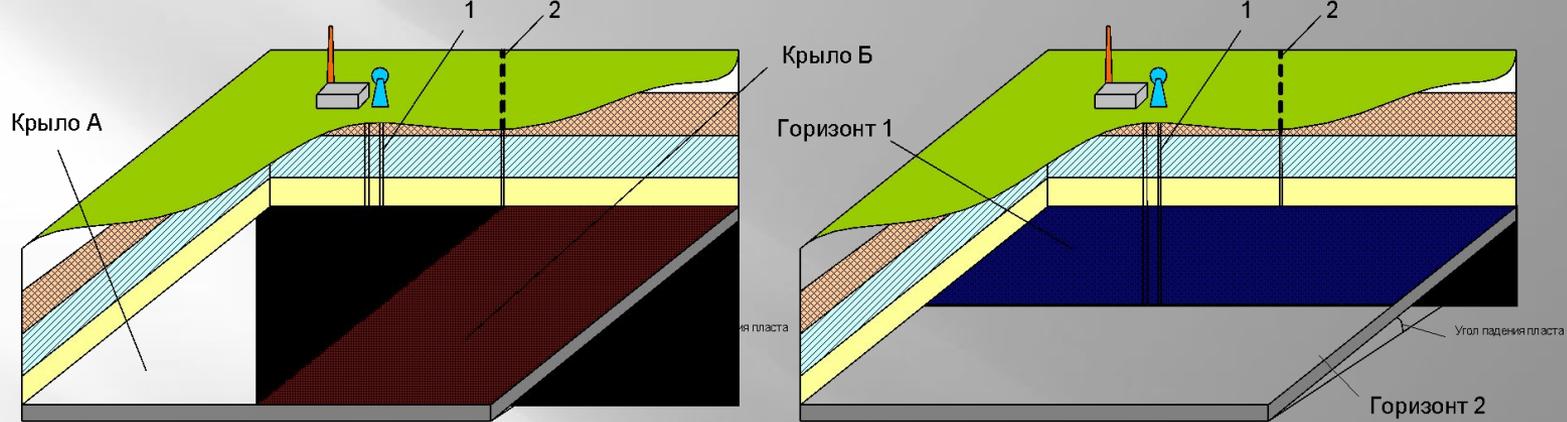
Деление шахтного поля на крылья и горизонты  
 I – бремсберговый горизонт, II – уклонный горизонт, 1 – ствол, 2- главный, откаточный штрек, 3 – шурф.

На маркшейдерских планах горные выработки в пределах шахтного поля изображаются в проекции на горизонтальную плоскость и вертикальную плоскость; при разработке мощных пластов дополнительно составляют разрезы, а при послойной – также и проекции по слоям.

*Вскрытием шахтного поля* называется проведение выработок, открывающих доступ от поверхности земли к пласту или пластам и обеспечивающих возможность проведения подготовительных выработок.

*Схемой вскрытия* называется пространственное расположение сети вскрывающих выработок относительно шахтного поля.

*Подготовкой пласта* называется проведение выработок после вскрытия пласта, обеспечивающих возможность ведения очистных работ.



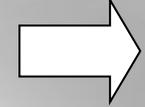
Деление шахтного поля на крылья и горизонты – 1 – главный ствол, 2 – шурф



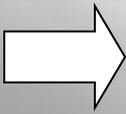
Основными факторами, определяющими выбор схемы вскрытия шахтного поля или его части, являются: число вскрываемых пластов, угол падения пластов, свойства боковых пород, расстояние между пластами, мощность наносов или покрывающей непродуктивной толщи, наличие пльвунов или других водоносных пород, нарушенность месторождения, глубина разработки, газоносность пластов, рельеф местности, производственная мощность шахты, размер шахтного поля, срок службы шахты и др.

**Схемы и способы вскрытия пластовых месторождений**

**По количеству  
вскрываемых  
рабочих пластов на  
месторождении или  
шахтном поле**

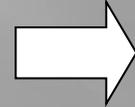


**Раздельное вскрытие –  
каждого рабочего пласта  
свиты**

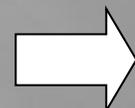


**Совместное вскрытие –  
группы пластов или всей  
свиты**

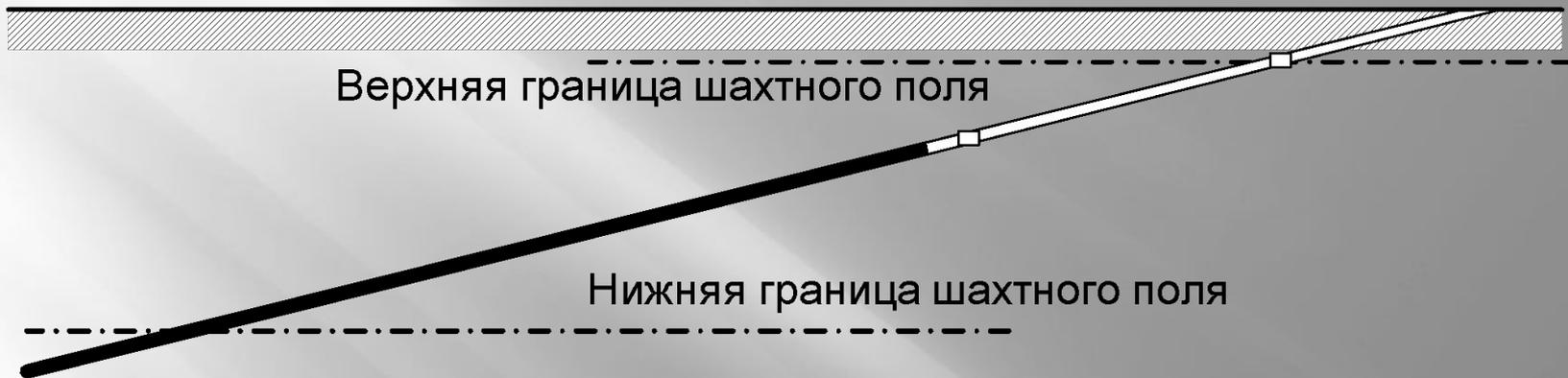
**По порядку вскрытия  
рабочих пластов свиты,  
расположенных в  
пределах шахтного поля**

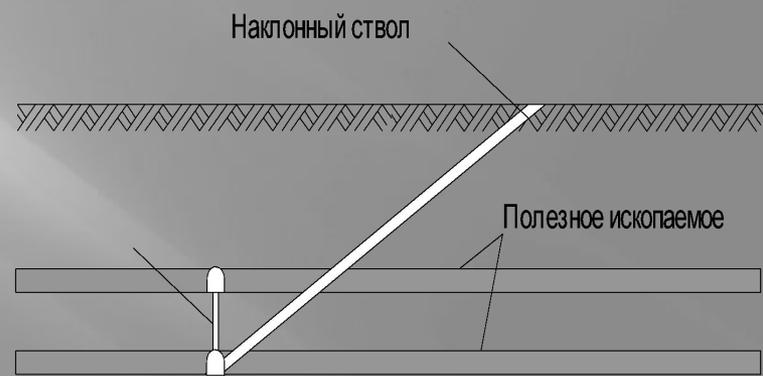
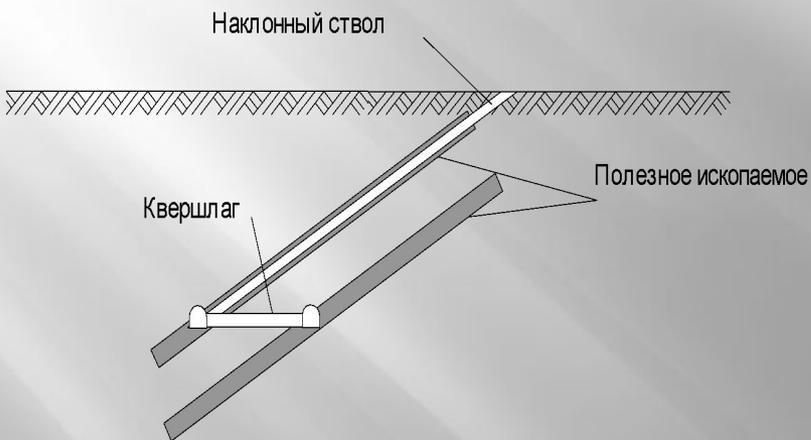
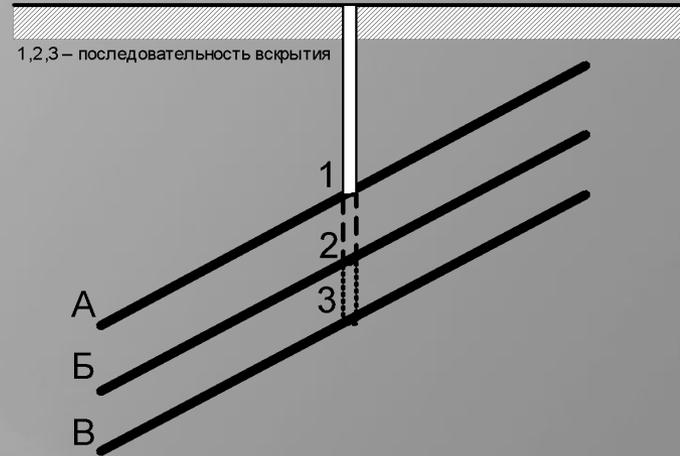
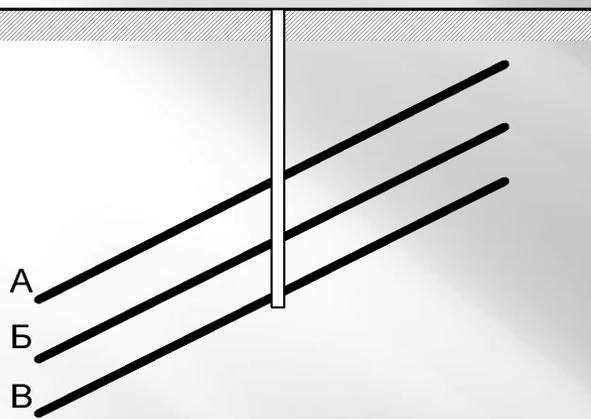


**Одновременное  
вскрытие**



**Последовательное  
вскрытие**



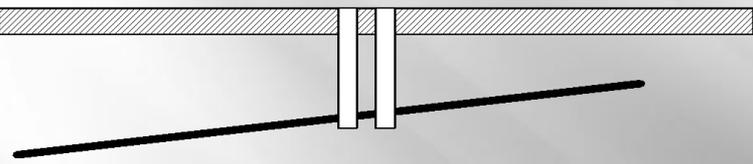


A

Ствол №1  
Ствол №2

A

Разрез по AA



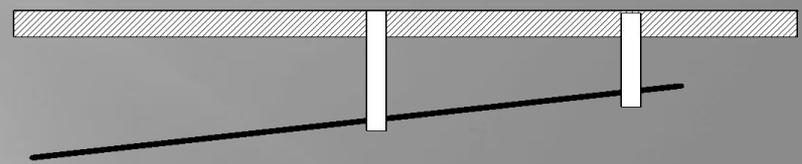
A

Ствол №2

Ствол №1

A

Разрез по AA



A

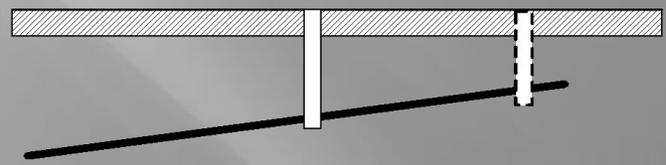
Ствол №2'

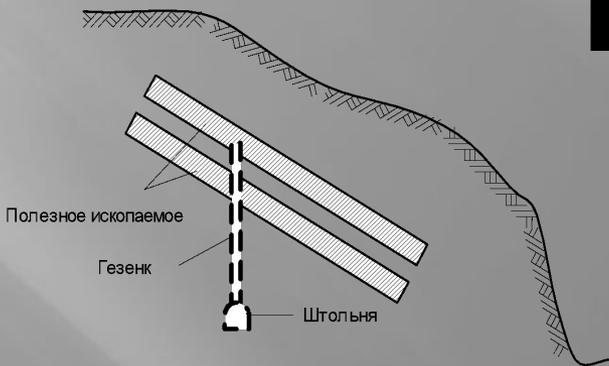
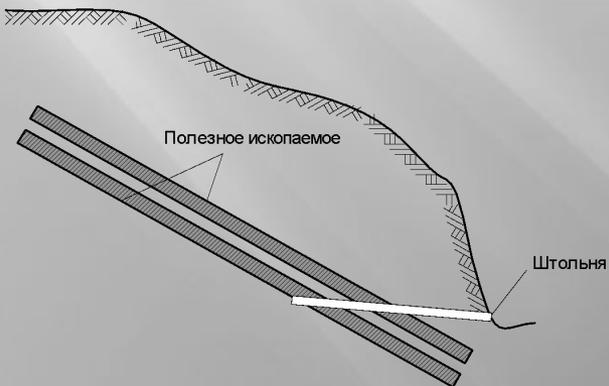
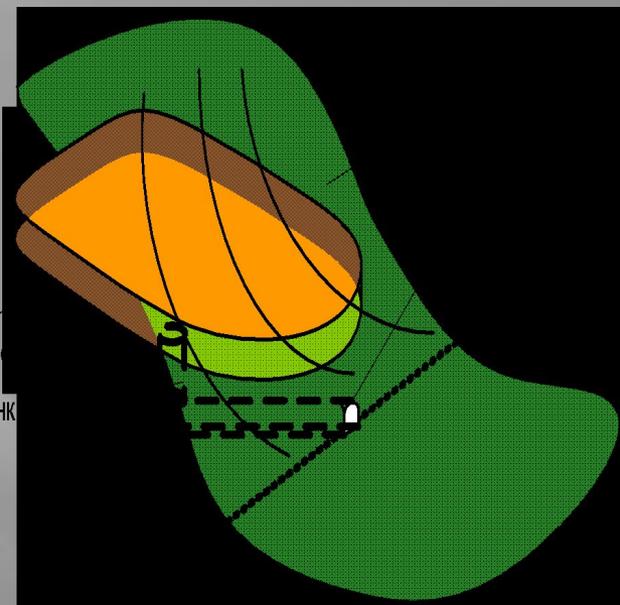
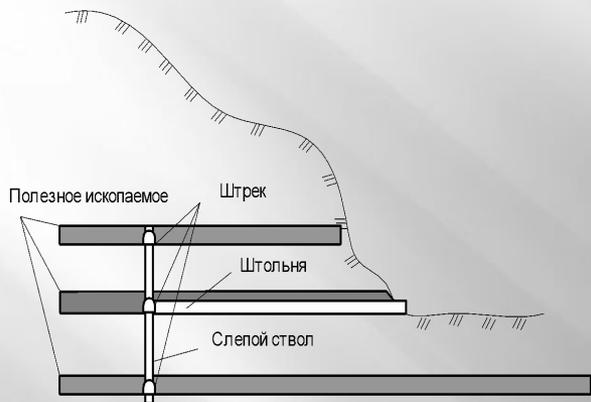
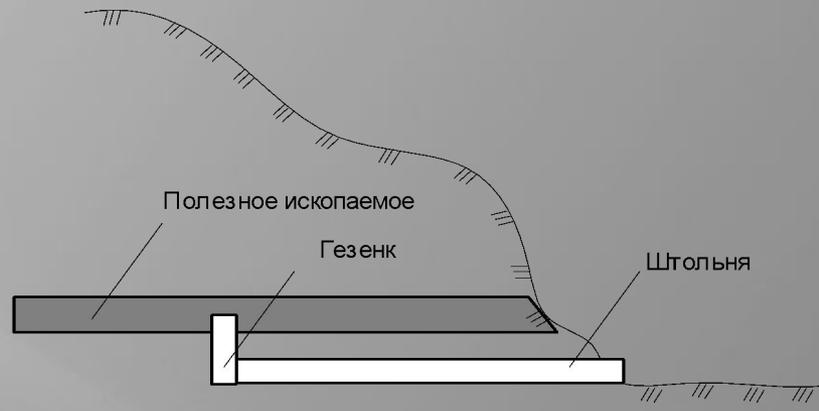
Ствол №2

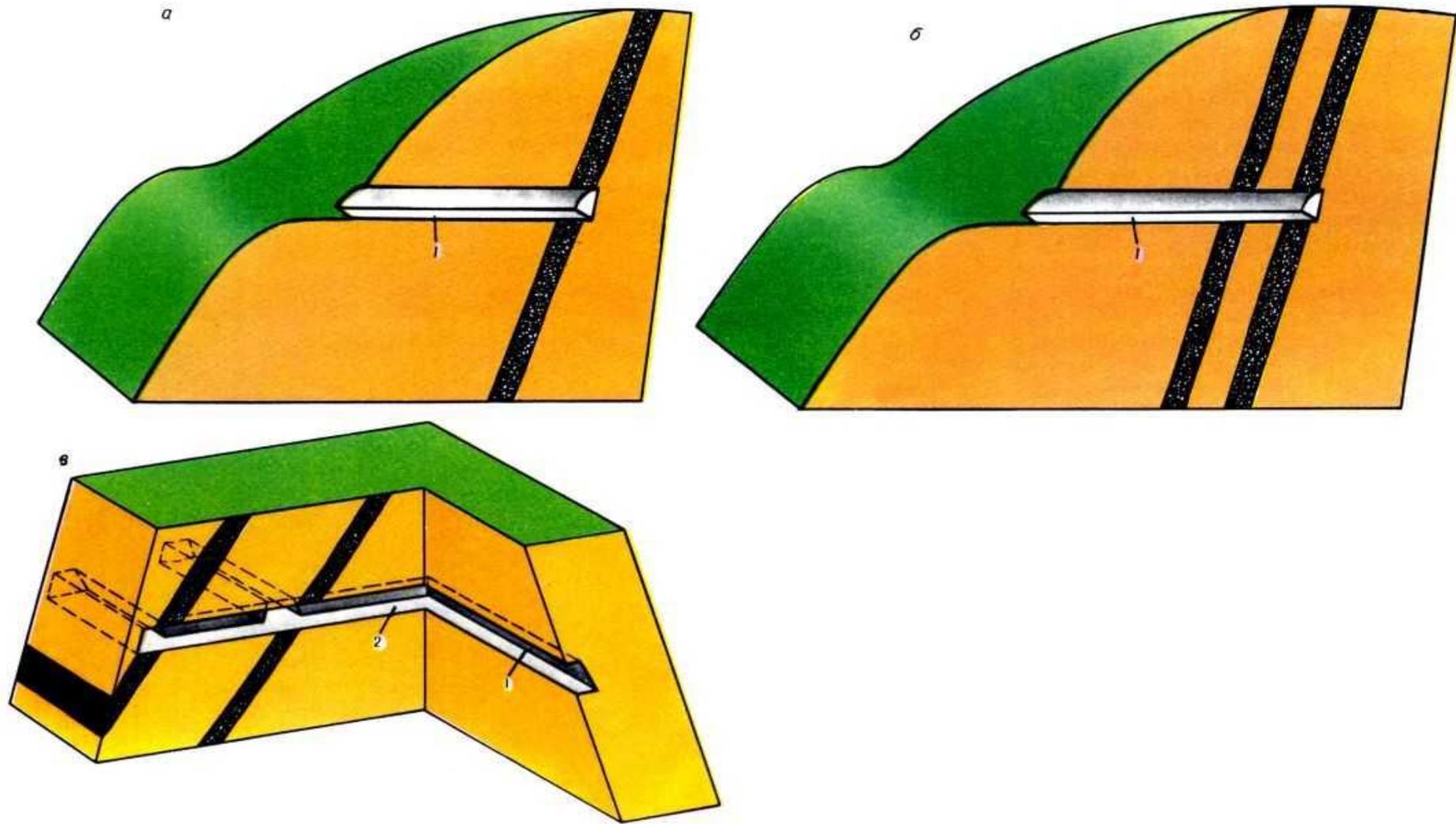
Ствол №1

A

Разрез по AA





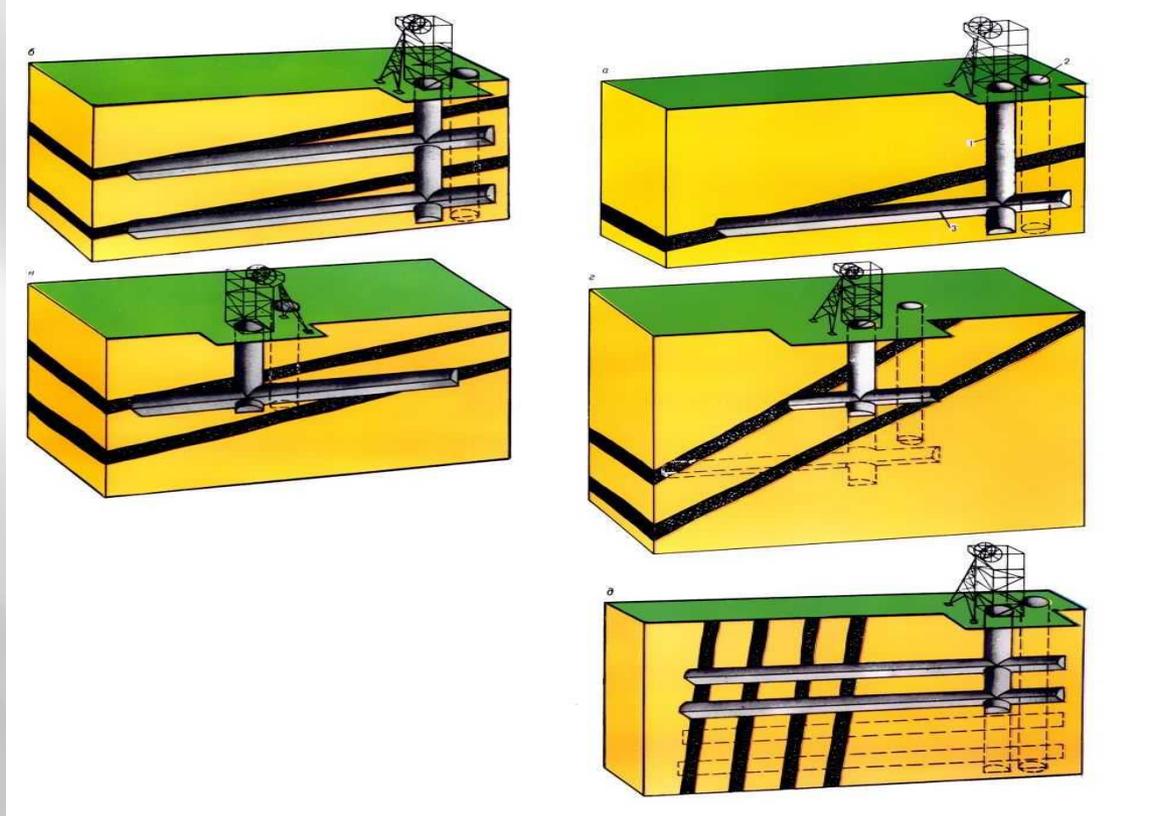


Схемы вскрытия шахтных полей штольнями: с расположением в висячем боку (а); проходкой их вкрест простирания свиты пластов (б); ориентацией штольни по простиранию (в): 1 - штольня; 2 - квершлаг

## Вскрытие вертикальным стволом

Место заложения ствола зависит от условий залегания месторождений и горно-геологических условий. В большинстве случаев ствол закладывают в лежащем боку месторождения вне зоны сдвижения пород. На каждом эксплуатационном горизонте от стволов проводят квершлагги, а вдоль рудного тела до вспомогательных стволов – полевые и рудные штреки.

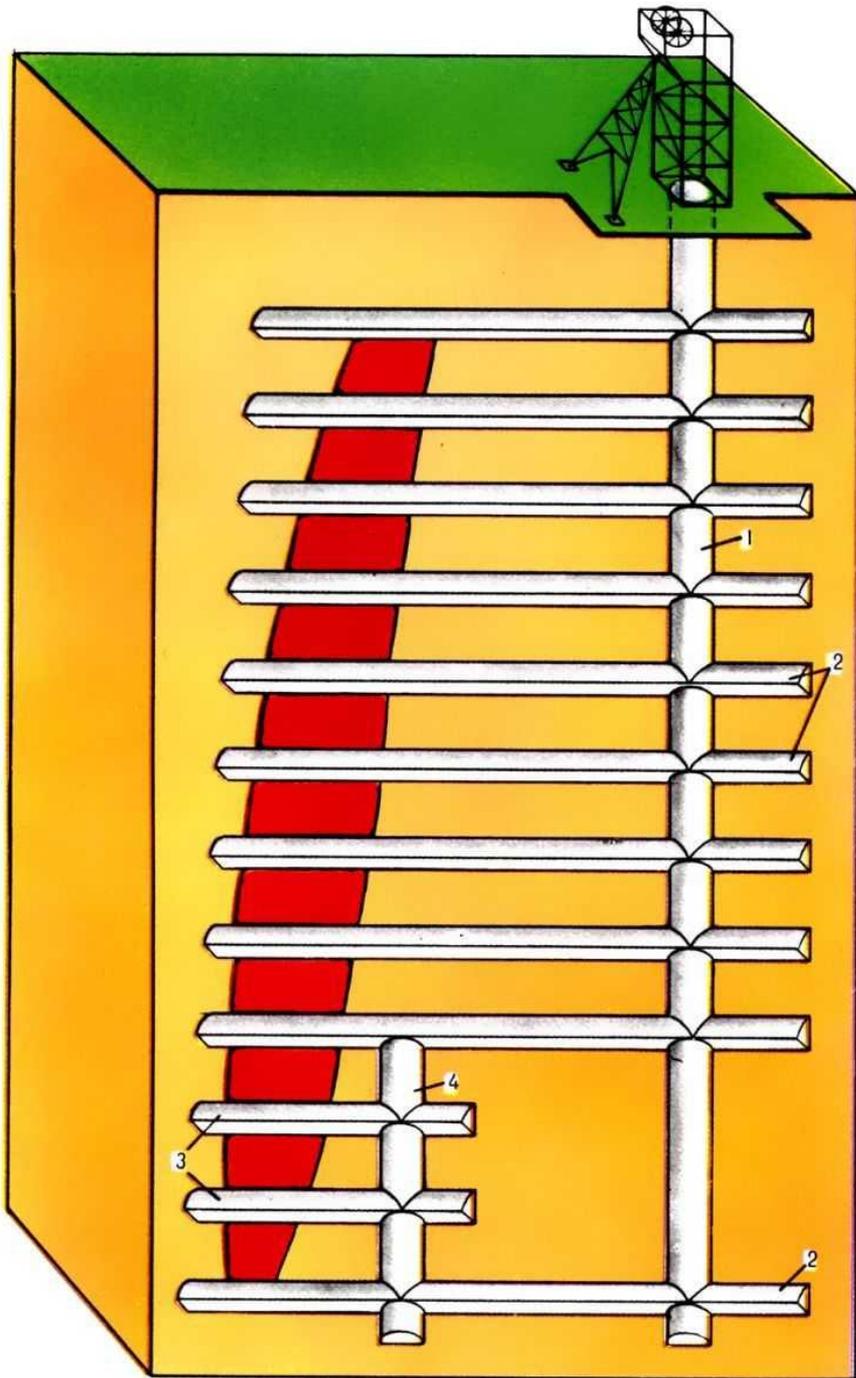
В висячем боку месторождения вертикальный ствол закладывают в тех случаях, когда породы лежащего бока сильно водоносны или неустойчивы, когда заложение ствола в лежащем боку невозможно или невыгодно по условиям рельефа или застроенности поверхности.



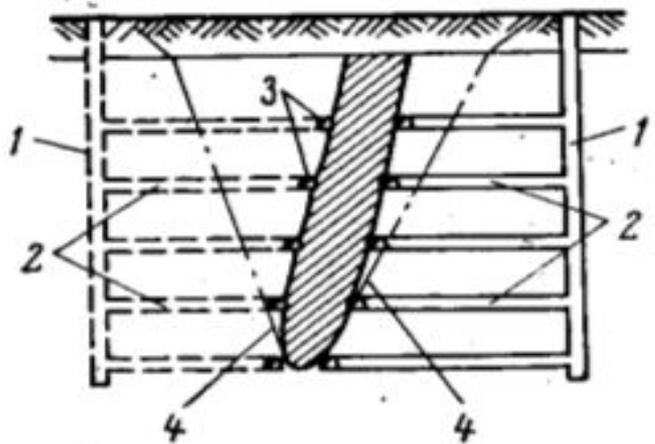
Схемы вскрытия шахтных полей вертикальными стволами: одного пласта с постоянным транспортным горизонтом (а); свиты пластов с двумя транспортными горизонтами (б); свиты пластов с постоянным транспортным горизонтом (в); свиты пологих пластов с погоризонтными квершлагами и углубкой стволов (г); свиты крутых пластов с этажными квершлагами и углубкой стволов (д); 1, 2 - главный и вспомогательный

При заложении ствола в лежащем боку месторождения сокращаются: суммарная длина квершлагов, сроки подготовки верхних горизонтов, время и затраты на ввод шахты в эксплуатацию.

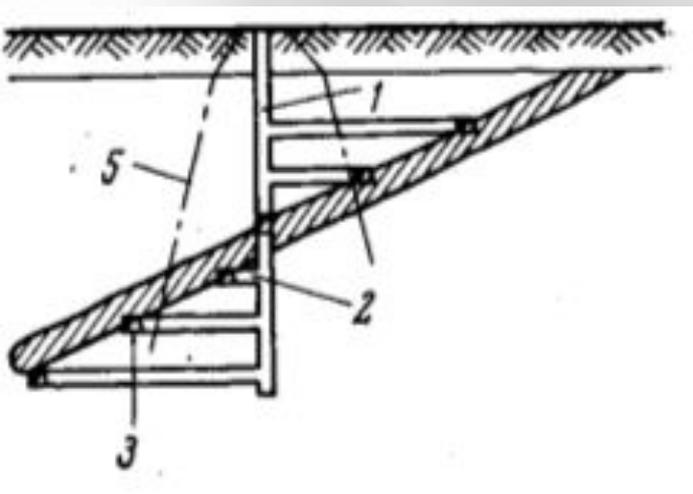
Вертикальный ствол по месторождению располагают при разработке маломощных, пологих залежей неценного полезного ископаемого или руд. Для предохранения ствола от разрушения оставляют охранный целик. В этом случае запасы полезного ископаемого, заключенного в охранным целике, незначительны и проходить ствол по месторождению более рационально, чем располагать его в лежащем боку и проходить большой длины квершлагги.



Вскрытие крутой рудной залежи вертикальными стволами с концентрационными горизонтами: 1 - основной ствол; 2, 3 - квершлагги концентрационного и промежуточных горизонтов (соответственно); 4 - слепой вспомогательный ствол



Вертикальным стволом в лежащем и висячем боку, 1 - вертикальный ствол; 2 - квершлаг; 3 - откаточный штрек; 4 - границы зон сдвига; 5 - границы охранного целика



Вертикальным стволом в лежащем и висячем боку по месторождению (1 - вертикальный ствол; 2 - квершлаг; 3 - откаточный штрек; 4 - границы зон сдвига; 5 - границы охранного целика)

### Совмещенный В-В' и С-С

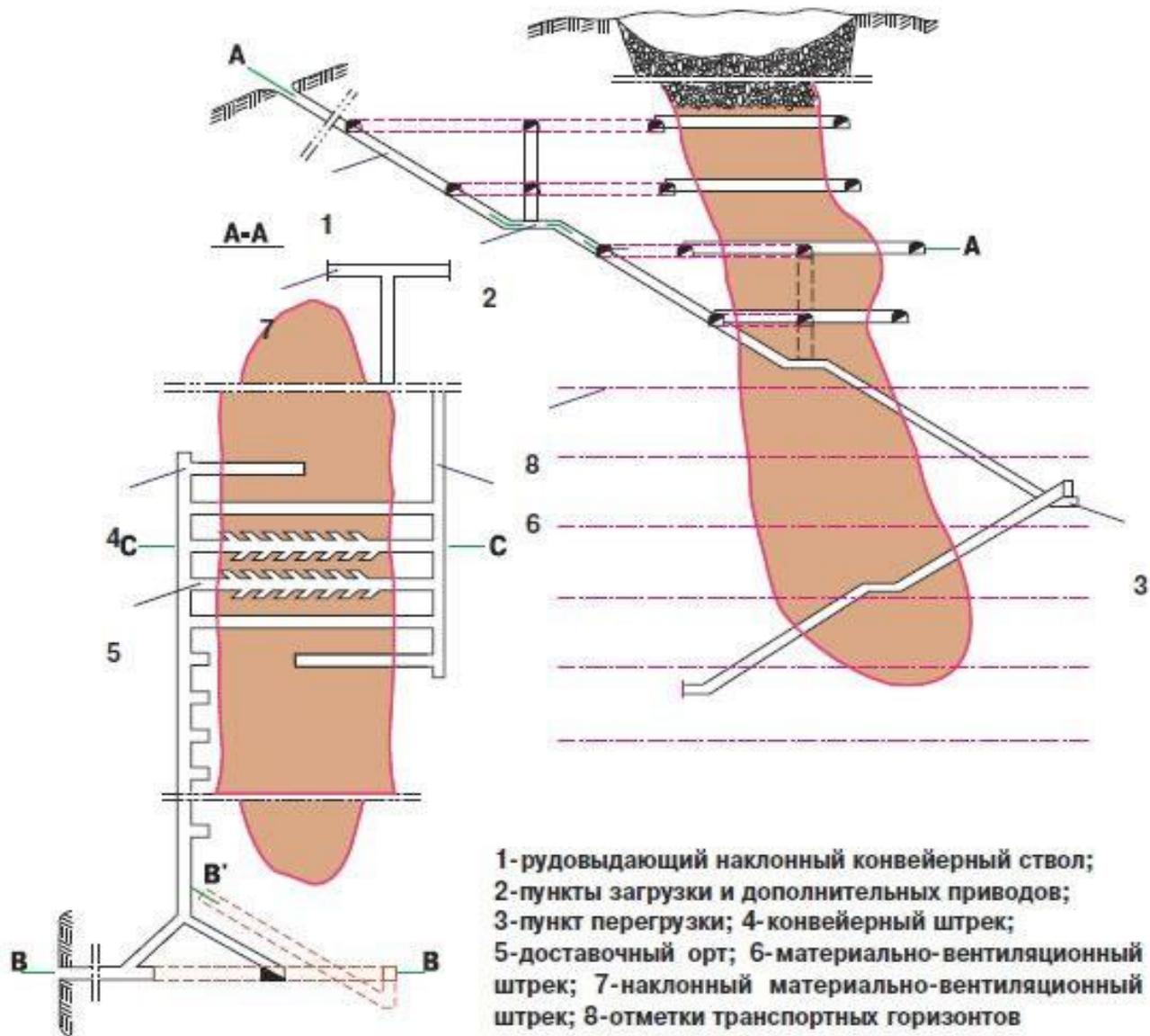
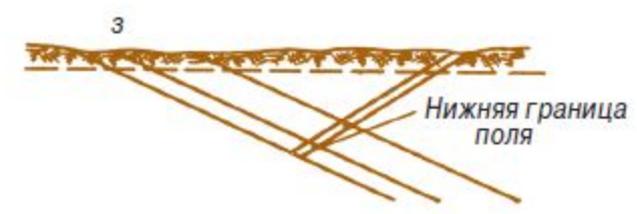
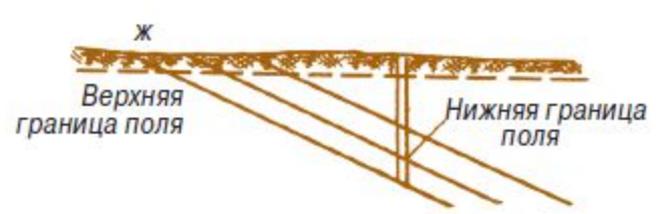
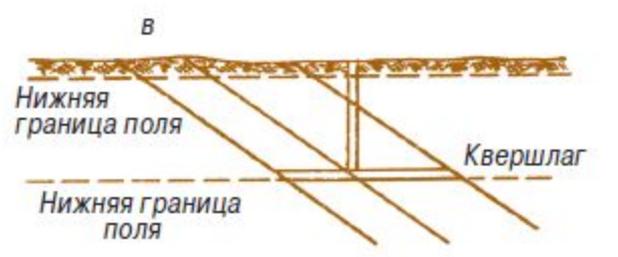
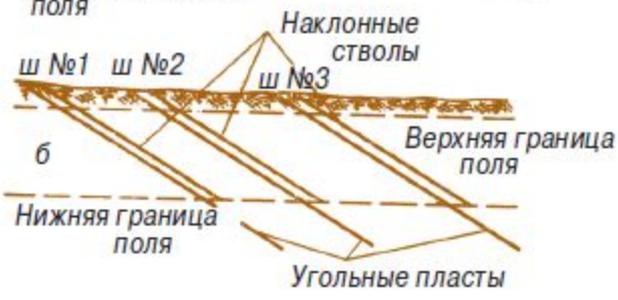


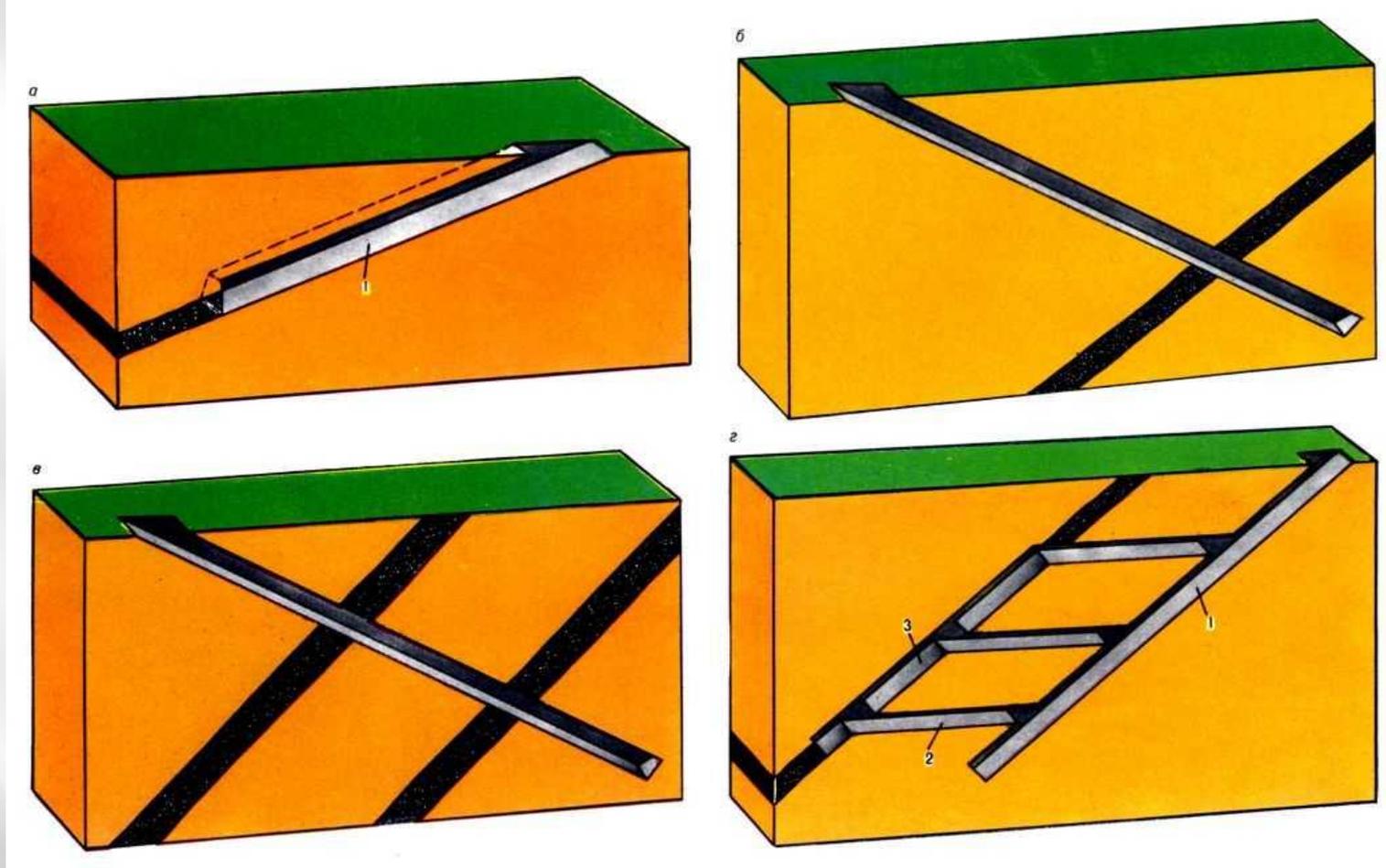
Схема вскрытия и подготовки транспортного горизонта



Наклонными стволами вскрывают пологие месторождения с углом падения до  $15-30^\circ$  при скиповом подъеме и мощные месторождения при конвейерном подъёме до  $18^\circ$ .

Расположение наклонного ствола по месторождению позволяет отказаться от проходки квершлагов, сократить время на подготовку. При этом снижается стоимость проходки ствола вследствие попутной добычи полезного ископаемого. Область применения такого заложения ствола ограничивается необходимостью оставления охранного целика. Наклонные стволы чаще применяются при вскрытии месторождений небольшой мощности и неглубокого залегания.

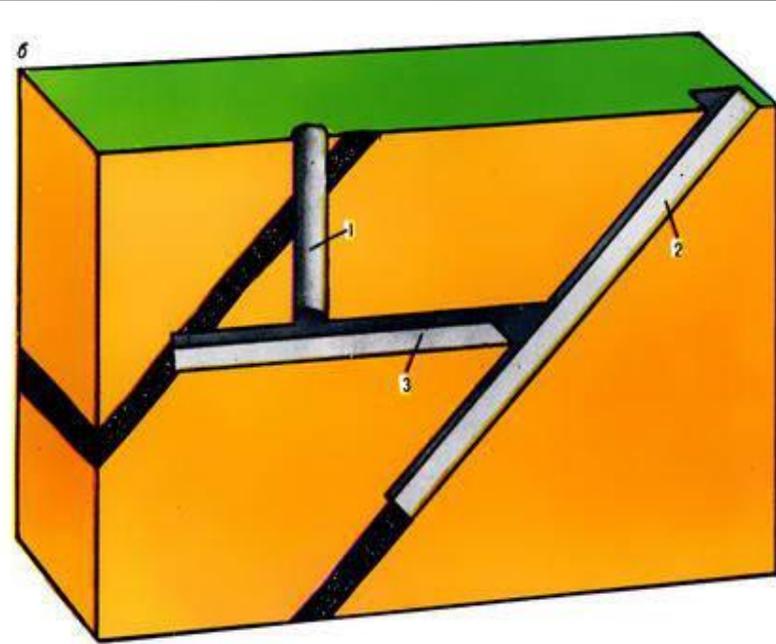
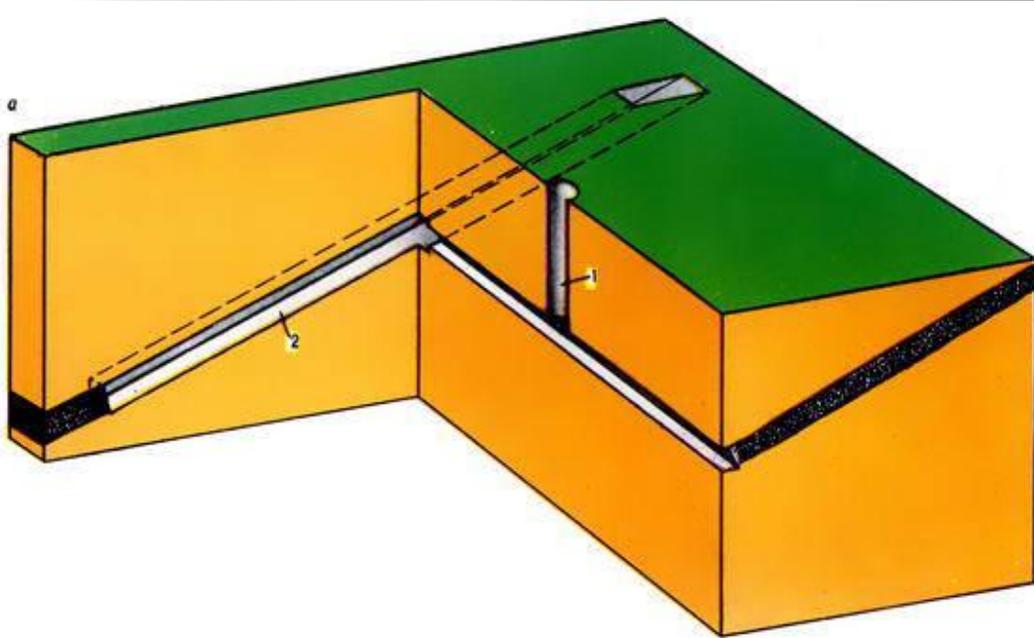
Наклонный ствол в породах лежачего бока, параллельный к контакту месторождения или к линии сдвижения пород лежачего бока, закладывается в том случае, если угол контакта или сдвижения меньше угла напластования. При этом уменьшается или полностью исключается длина вскрывающих квершлагов по



Схемы вскрытия шахтных полей наклонными стволами, пройденными по залежи полезного ископаемого (а), по породам висячего бока (б), по породам висячего и лежащего бока (в), в сочетании с погоризонтными квершлагами и капитальным бремсбергом (г): 1 - ствол; 2 - квершлаг; 3 - капитальный бремсберг.

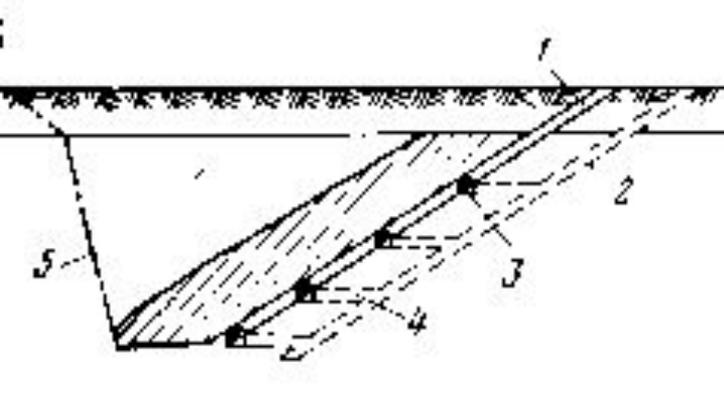
**Сложность и большая стоимость проходки наклонного ствола при углах падения до  $15-30^\circ$  , увеличение в этом случае затрат времени на спуско-подъёмные операции, трудность поддержания в процессе эксплуатации снижают эффективность этого способа вскрытия.**

**Способ вскрытия пласта наклонными стволами при углах падения до  $18^\circ$  наиболее прост и применяется в основном при разработке пологих пластов с проходкой стволов по рабочему пласту.**

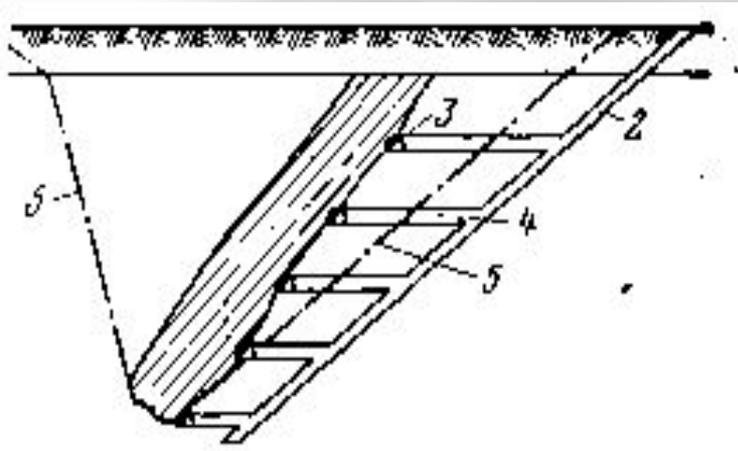


Схемы комбинированного вскрытия шахтных полей вертикальным и наклонным стволами (а); вертикальным и наклонным стволами с капитальным квершлагом (б): 1 - вертикальный ствол; 2 - наклонный ствол; 3 - капитальный квершлаг.





Наклонным стволом 1 или 2 по месторождению (3 - штрек; 4 - квершлаг, 5 - граница охранного целика)



Наклонным стволom 2 параллельно зоне сдвижения 5 - граница охранного целика, 4 - квершлаг, 3 - штрек)

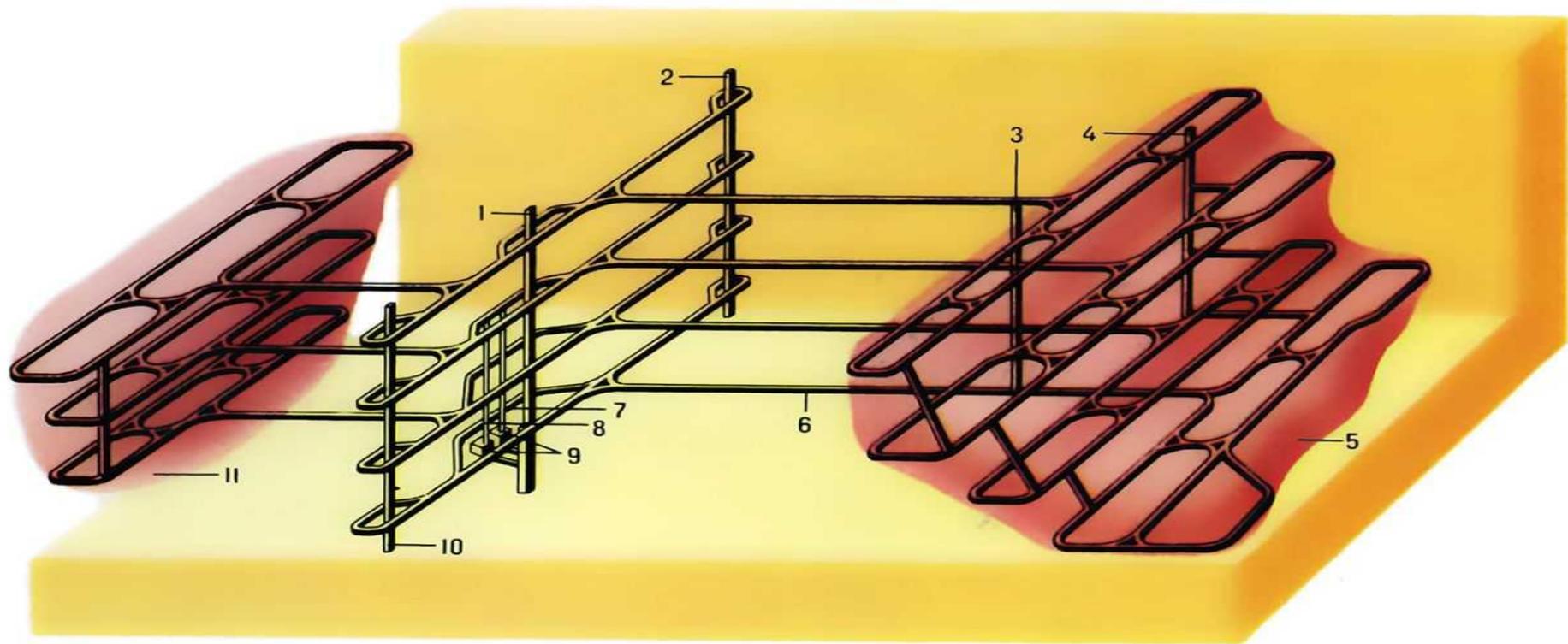


Схема комплексного вскрытия рудного месторождения: 1 - скиповой рудовыдачной ствол; 2 - вентиляционный ствол; 3 - капитальный рудоспуск; 4 - лифтовый подъемник; 5 - руды чёрных металлов; 6 - концентрационный горизонт; 7, 8 - рудоспуски соответственно для руд чёрных и цветных металлов; 9 - дробильно-перегрузочные комплексы; 10 - вентиляционно-вспомогательный ствол; 11 - руды цветных металлов.

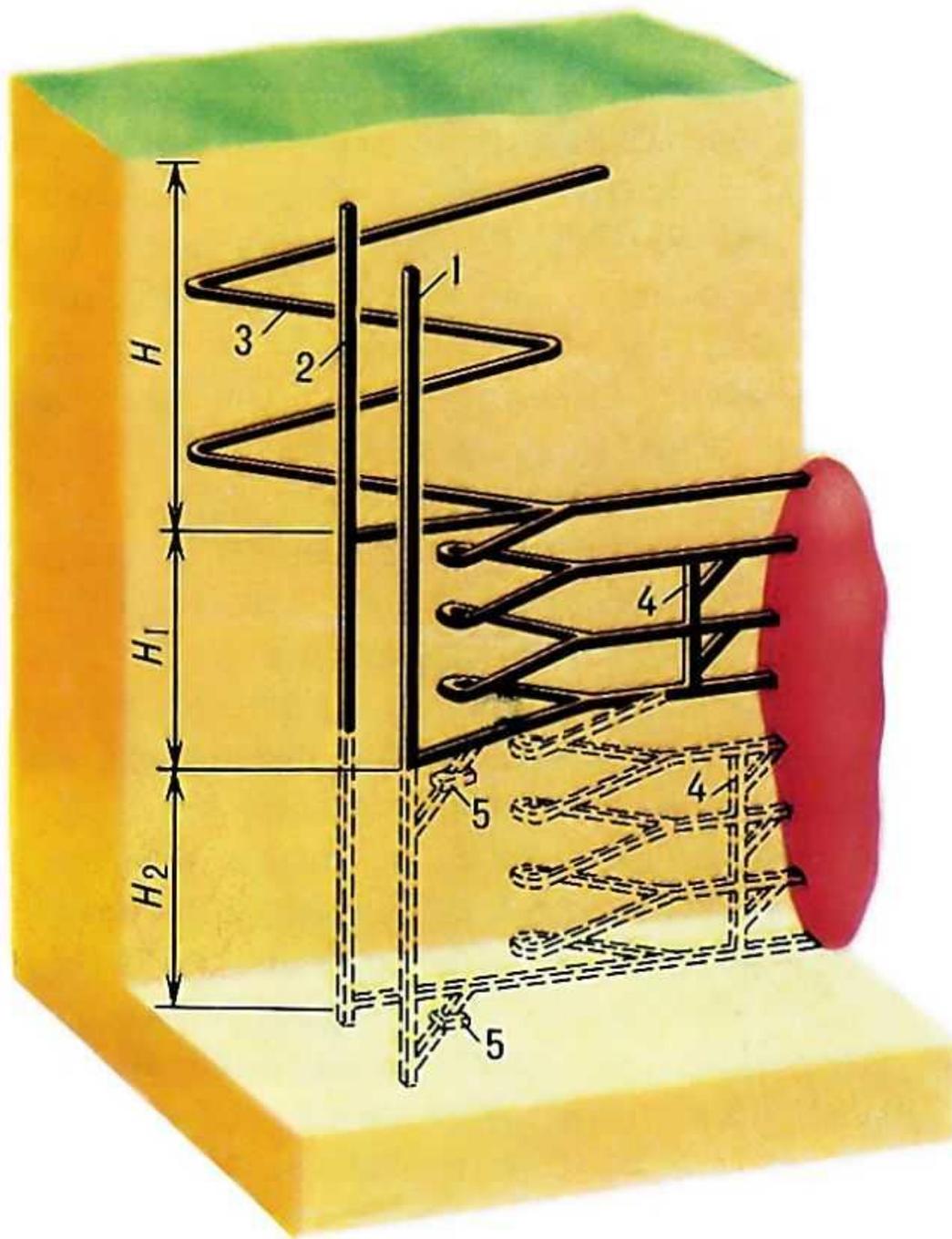


Схема вскрытия и подготовки запасов крутопадающего рудного тела, залегающего на глубине до 600 м, концентрационным горизонтом при поэтапной разработке: 1 - скиповой рудоподъёмный ствол; 2 - вентиляционный ствол; 3 - наклонный съезд; 4 - капитальный рудоспуск; 5 - дробильно-перегрузочный комплекс

Главный наклонный ствол, проходимый до откаточного штрека первого этажа, предназначается для подъема угля. Параллельно главному на расстоянии 30-40 м проходят один или два вспомогательных ствола, предназначенных для вентиляции, передвижения людей, укладки силовых кабелей, водоотливных труб и т. п.

От стволов проводятся выработки околовольного двора, а также этажные (откаточный и вентиляционный) штреки первого этажа.

Подъем угля может осуществляться вагонетками, скипами или конвейерами.

При угле наклона стволов до  $18^\circ$  целесообразно применять конвейерный транспорт; при этом вспомогательный ствол должен быть оборудован канатным подъемом для подъема и спуска людей, а также породы, материалов и пр.

**Достоинства схемы вскрытия полого пласта наклонными стволами по рабочему пласту:**

- простота схемы;**
- относительно небольшие затраты на вскрытие, сравнительно небольшой срок строительства шахты;**
- возможность сплошной конвейеризации подземного транспорта на пологих пластах, получение в процессе прохождения пластов дополнительных геологоразведочных данных (глубина наносов, величина зоны выветривания угля, строение угольного пласта, свойства боковых пород и пр.).**

**Наиболее благоприятные условия для вскрытия наклонными стволами, проходимыми по рабочему пласту: пологое падение пластов (до  $18^\circ$ ), при котором эффективен подъем угля по стволу конвейерами, небольшая мощность наносов, покрывающих пласт угля, и отсутствие труднопроходимых пливунов в наносах**

недостатки: значительные затраты на транспортировку полезного ископаемого по стволу и поддержание стволов.

В практике угольной промышленности наклонными стволами вскрывают также наклонные и крутые пласты. В этих случаях подъем угля осуществляется скипами, а доставка людей и материалов – специальными клетями-платформами.

В отдельных случаях наклонными стволами, пройденными по породе, вскрывают горизонтальный или весьма пологий пласт. Этот способ вскрытия целесообразен при относительно неглубоком и спокойном залегании пласта в благоприятных гидрогеологических условиях. Основное достоинство данного способа вскрытия – возможность доставки угля конвейерами от очистных забоев до поверхности земли.

# Классификация схем вскрытия рудных месторождений

## Требования к вскрытию месторождений:

1. Сохранность стволов и штолен в течение всего срока разработки месторождения.

Для этого при разработке месторождений средней мощности и мощных вскрывающие выработки располагают за пределами зоны сдвижения пород, образующейся при извлечении полезного ископаемого. Разрабатывая тонкие жильные месторождения, в большинстве случаев поступают так же, но иногда стволы проходят вблизи или по месторождению. В этом случае около вскрывающих выработок приходится оставлять охранные целики из руды или вести выемку с закладкой выработанного пространства.

2. Наличие достаточного резерва подъемных возможностей стволов.

3. Создание достаточного количества вскрытых запасов, чтобы в последующем можно было своевременно вскрыть и подготовить нижележащие запасы руды.

Местоположение стволов выбирают в двух направлениях: *вкрест* простирания и *по простиранию* месторождения и определяют с учетом многих факторов.

1. В направлении вкрест простирания стволы стремятся располагать за пределами зоны сдвижения пород, чтобы обеспечить их сохранность в течение всего срока отработки месторождения.

Ошибки в определении положения ствола в направлении вкрест простирания приводят к тяжелым последствиям. Со временем, после отработки рудного тела на некоторую глубину, происходит сдвижение пород, и ствол, расположенный слишком близко к рудному телу, начинает деформироваться и выходит из строя. Можно оставить возле ствола охранный целик, но это вызывает консервацию на длительный срок некоторых запасов руды; такое решение обычно принимается индивидуально.

2. Стволы размещают, как правило, в лежащем боку месторождения. При таком расположении стволов горизонтальные вскрывающие квершлагги имеют наименьшую длину на верхних горизонтах, что позволяет вскрывать их в более короткие сроки.

3. Так как затраты на подземное транспортирование тем больше, чем длиннее трасса транспортирования, главные вскрывающие выработки стремятся расположить ближе к середине шахтного поля. При этом, однако, необходимо на каждом фланге месторождения проходить ствол для отвода на поверхность загрязненного воздуха. Поэтому при небольшой длине шахтного поля (до 700-1000 м) главные вскрывающие выработки размещают на одном из флангов месторождения, а вентиляционный ствол - на другом фланге.

Определив место расположения ствола, необходимо произвести оценку выбранного места, учитывая соображения общего порядка, которые иногда существенно изменяют первоначально принятое решение:

1. Рельеф поверхности в месте заложения ствола, например, крутой склон горы, может потребовать переноса ствола в другое место, так как оно должно выбираться с учетом наличия или возможности оборудования промышленной площадки рудника, имеющей надежную транспортную связь.
2. Условия транспортирования руды на поверхности и расположение уже имеющихся подъездных путей. Может оказаться целесообразным расположить стволы возле уже имеющихся подъездных путей.
3. Ствол целесообразно располагать возле обогатительной фабрики, чтобы непосредственно из скипов разгружать руду в бункер фабрики (без дополнительного транспортирования и перегрузок на поверхности).

4. Необходимость учёта наличия рек или водоемов в месте расположения ствола.

5. Характер пород, пересекаемых стволом. До проходки ствола по его оси бурят скважину и, если в этом месте окажутся породы, затрудняющие проходку, например, пльвуны, то ствол лучше перенести в место с более благоприятными породами.

6. Наличие построек на поверхности. Иногда экономически целесообразнее не сносить сооружения, а перенести в другое место ствол шахты.

**Схемы вскрытия определяется числом, назначением и взаимным расположением вскрывающих выработок. К ним предъявляют следующие требования:**

- наличие не менее двух независимых выходов на поверхность, оборудованных механическим подъемом;**
- надежное и эффективное проветривание рудника в целом и подземных выработок в отдельности;**
- обеспечение заданной годовой производительности рудника;**
- минимальные затраты на вскрытие;**
- минимальный объем вскрывающих горных выработок;**
- минимальные потери руды в охранных целиках;**
- возможность периодического обновления горного хозяйства рудника;**
- технически удобное и экономически выгодное размещение промышленной площадки рудника.**

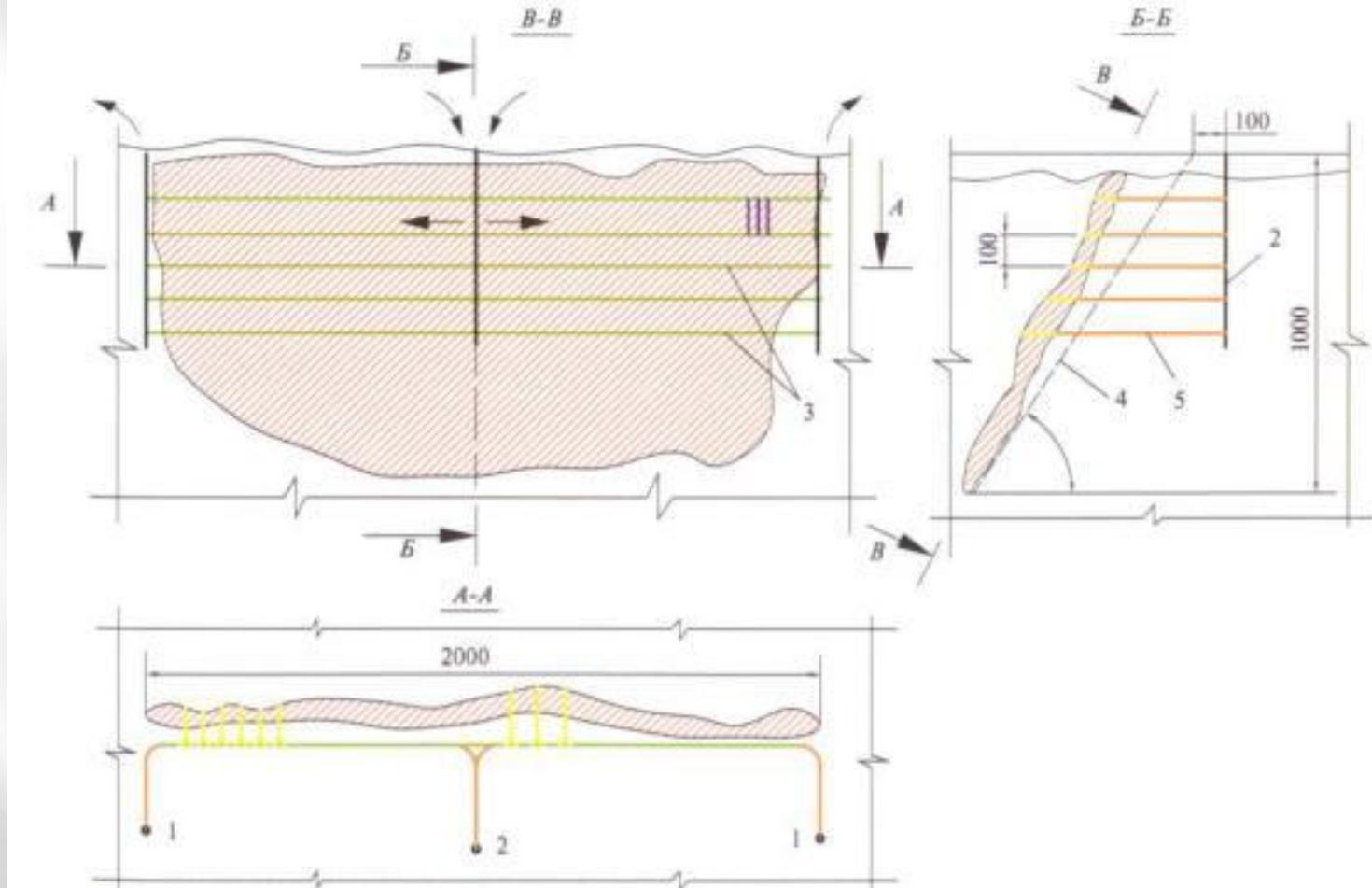
**Простыми называют такие схемы, когда месторождение вскрывается стволом с квершлагами, штольной или наклонным съездом, пройденными с поверхности. К простым схемам вскрытия относят следующие:**

**1. Вертикальным стволом с квершлагами, причем ствол может быть расположен в лежащем боку, висячем боку или на фланге месторождения, а также пересекать рудное тело.**

**2. Наклонным стволом, пройденным по месторождению или в лежащем боку.**

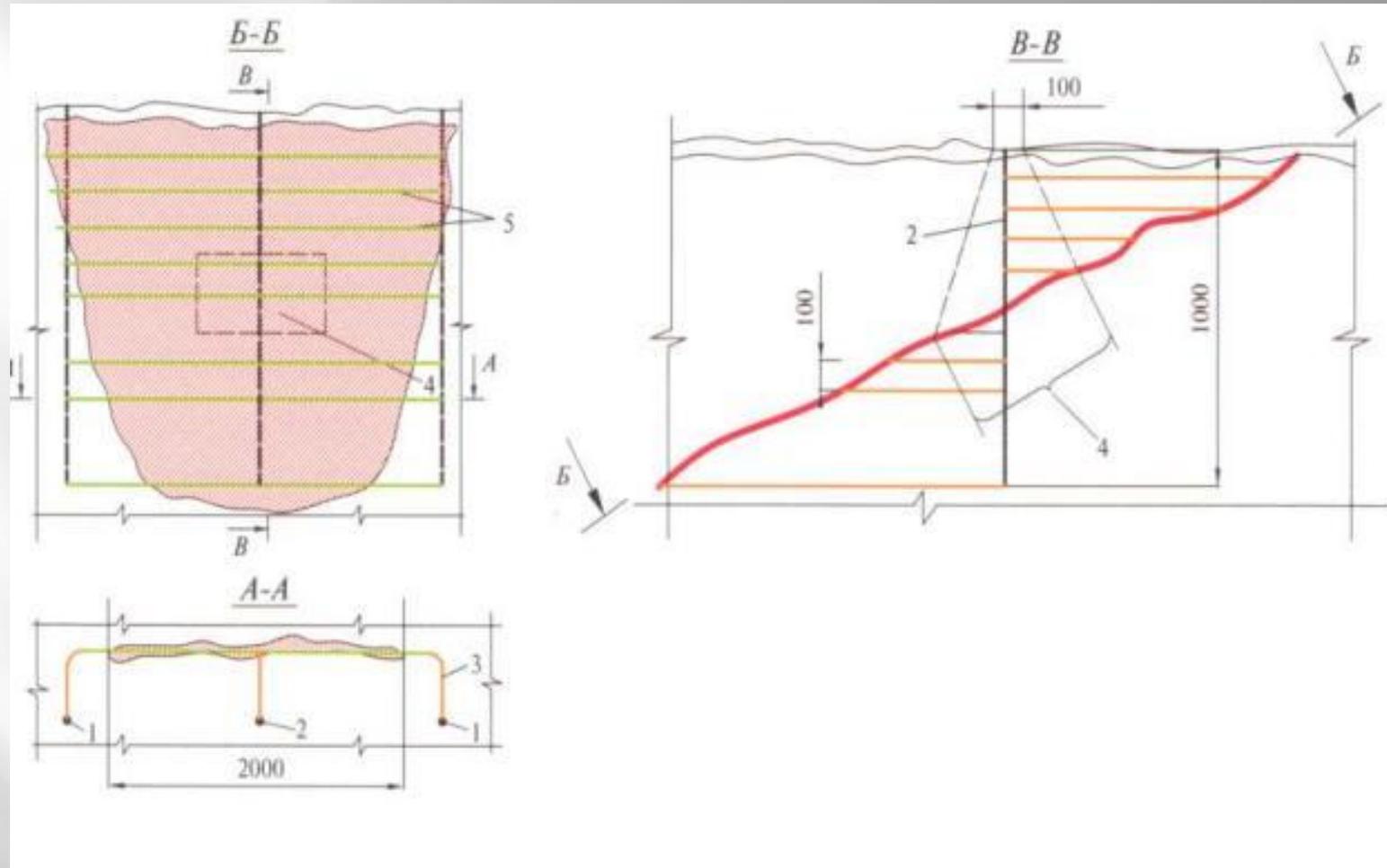
**3. Штольной, которая может быть пройдена как в висячем, так и в лежащем боку в зависимости от рельефа местности и расположения рудного тела.**

**4. Наклонным съездом, пройденным с поверхности.**



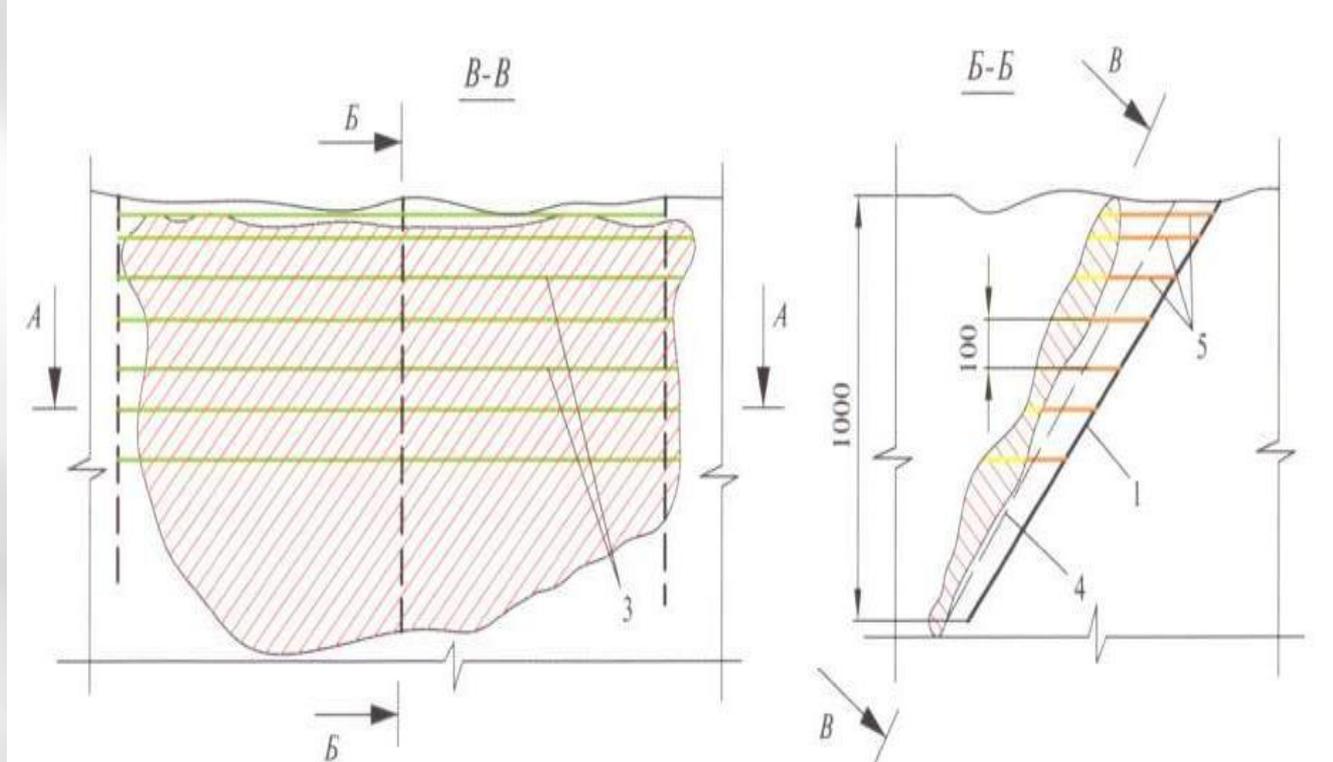
**Вскрытие крутопадающего месторождения вертикальными стволами, расположенными в лежащем боку месторождения:**

**1 - вентиляционные стволы, 2 - главный вертикальный ствол, 3 - откаточные выработки, 4 - граница зоны стрижения 5 - кверцдаги**

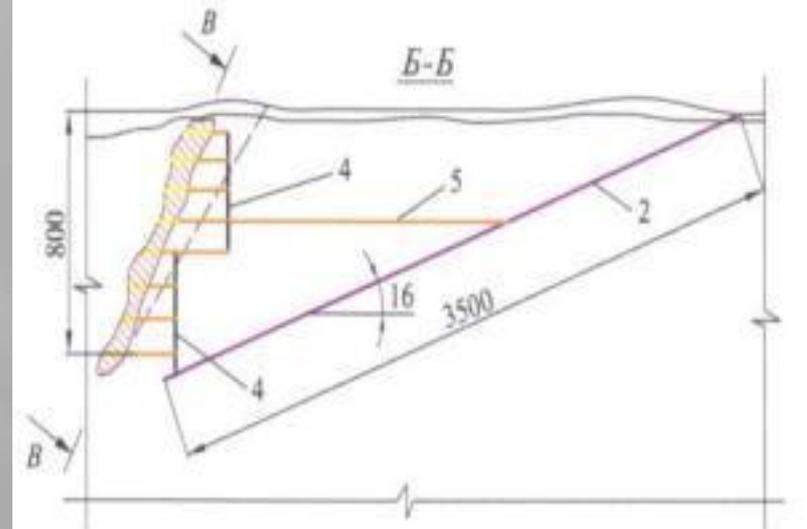
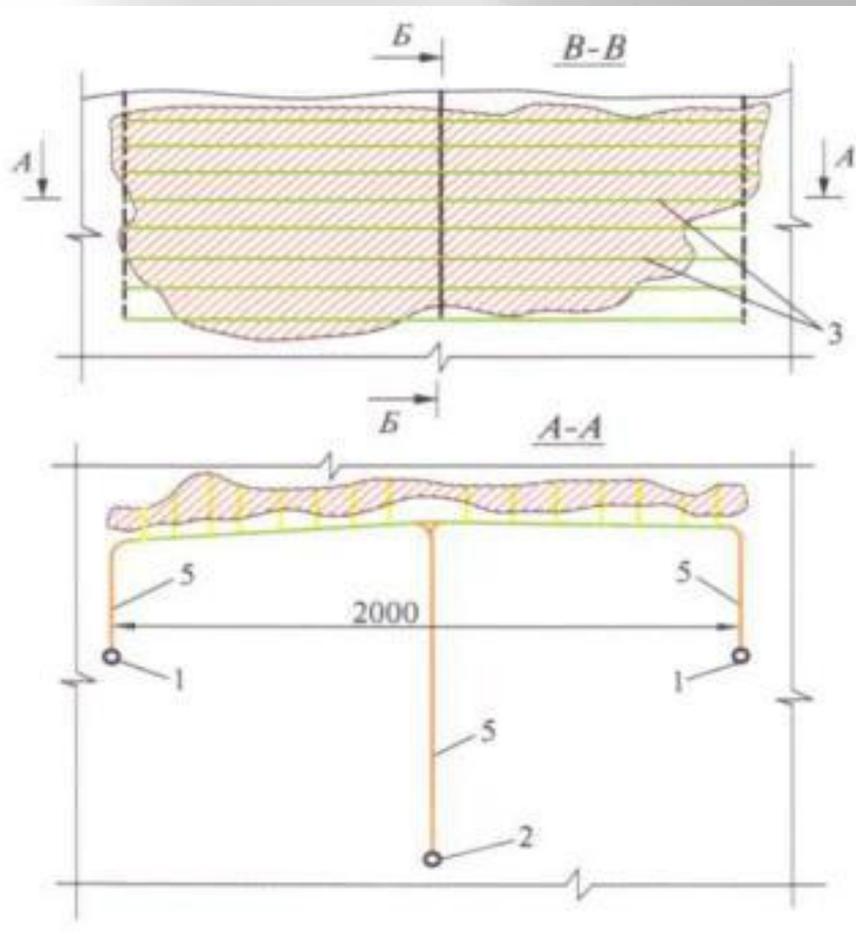


**Вскрытие пологого месторождения вертикальными стволами, расположенными в висячем боку:**

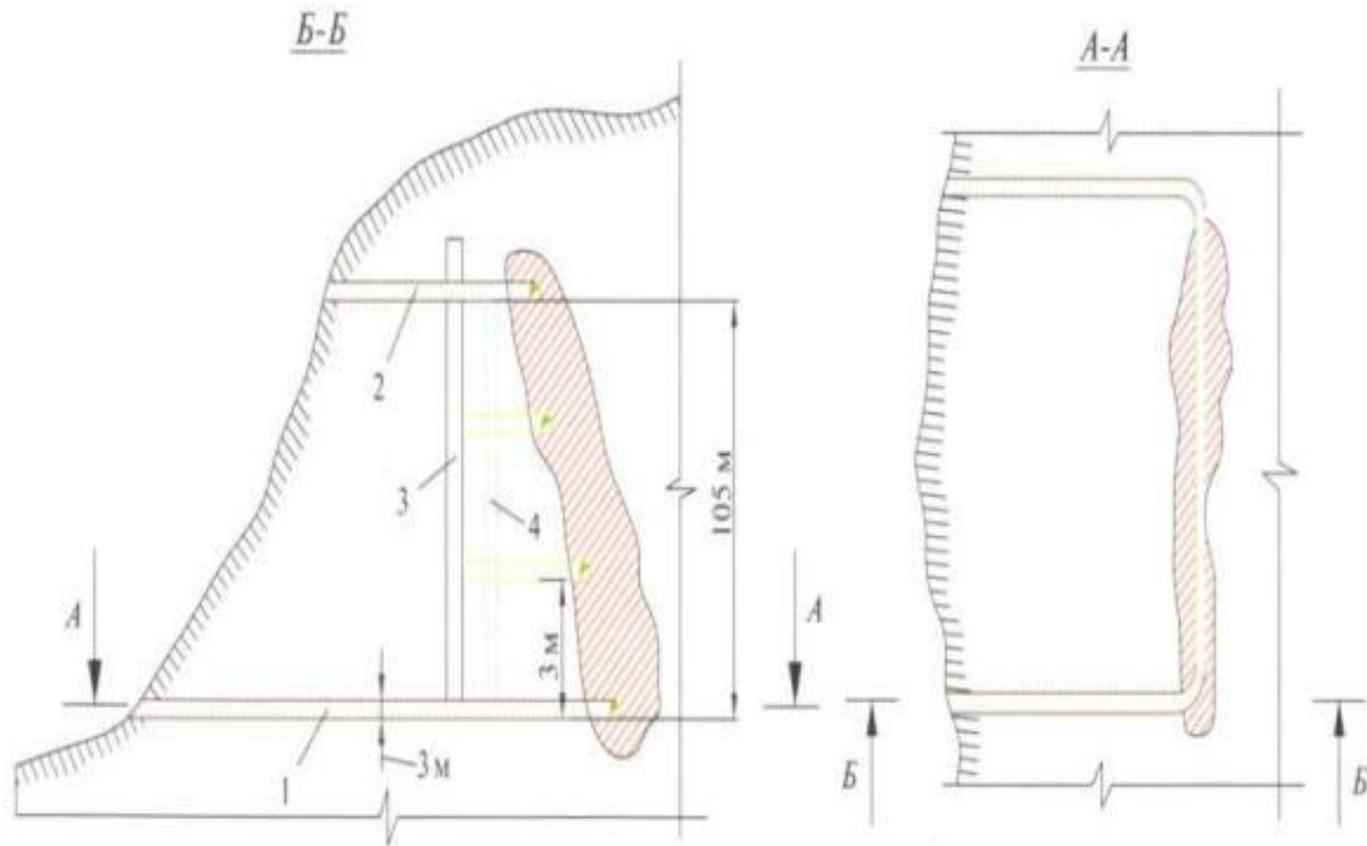
**1 - вентиляционные стволы, 2 - главный вертикальный ствол, 3 - квершлагги, 4 - охранный целик, 5 - орты**



**Вскрытие наклонным стволом со скиповым подъемом:**  
**1 - вентиляционный ствол, 2 - главный наклонный ствол, 3 - транспортные штреки, 4 - граница зоны сдвижения пород лежащего бока**

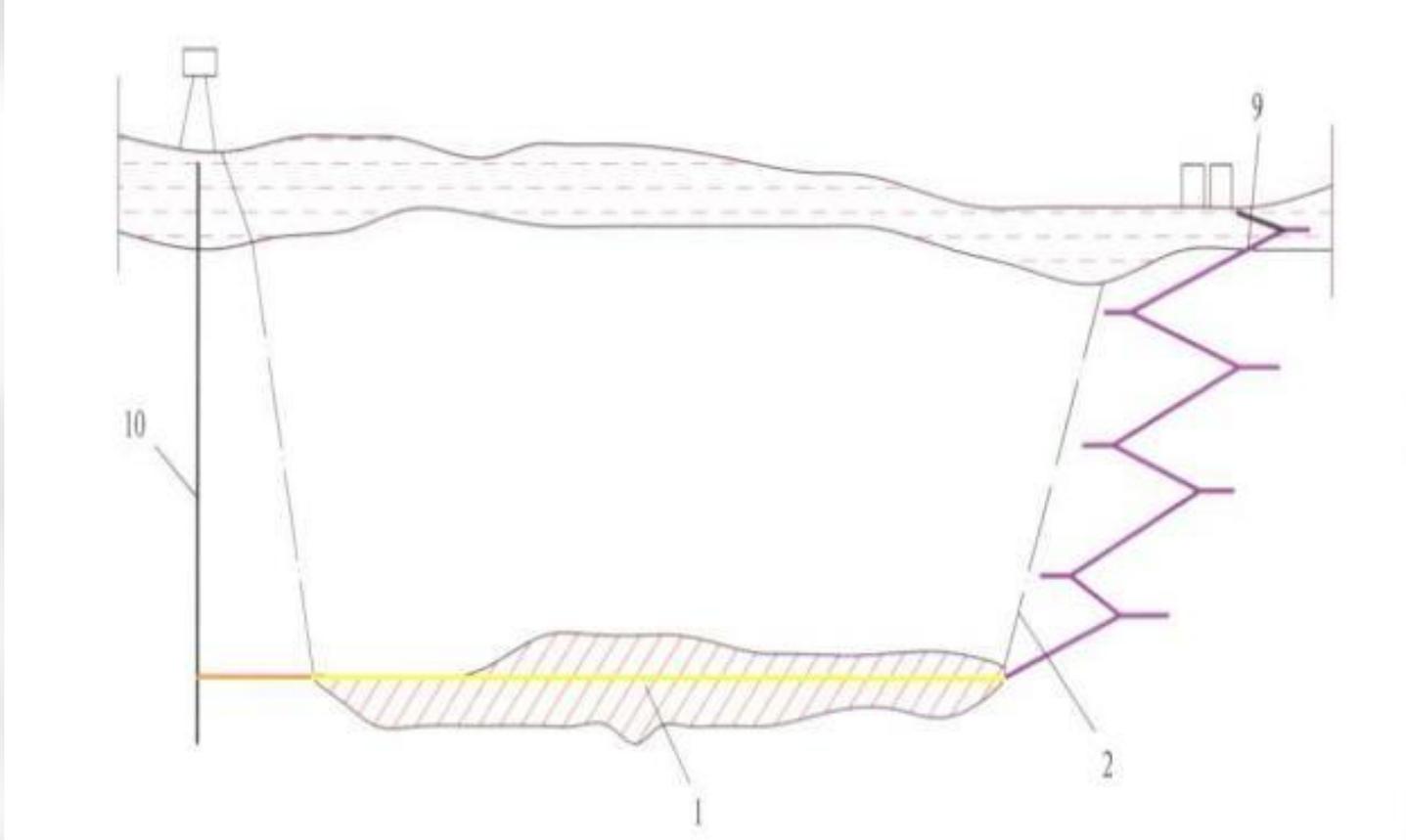


**Вскрытие наклонным стволом с конвейерным подъемом:**  
**1 - вертикальные вспомогательные и вентиляционные стволы, 2 - главный наклонный ствол, 3 - транспортные штреки, 4 - рудоспуски**

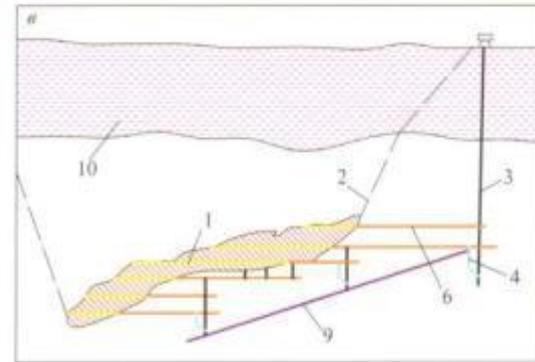
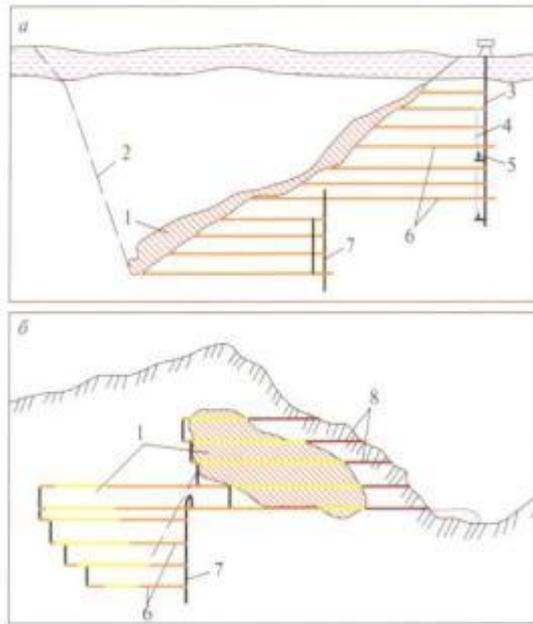


**Вскрытие месторождения штольней:**

**1- главная штольня, 2 - вентиляционная штольня, 3 - слепой вспомогательный ствол, 4 - рудоспуск**

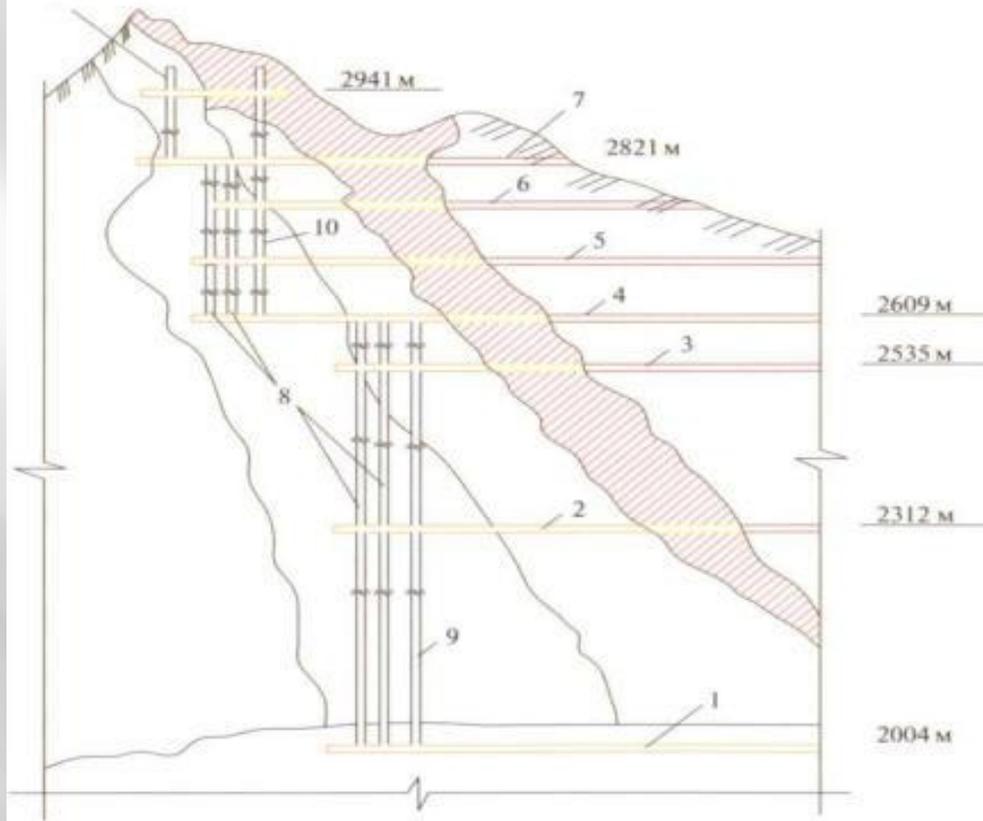


**Схема вскрытия спиральным съездом или автоуклоном**



**Схемы комбинированного вскрытия рудных залежей:**  
**а - вертикальным и слепым вертикальным стволами; б -**  
**штольнями и слепым стволом; в - вертикальным**  
**скиповым и наклонным конвейерным стволами.**

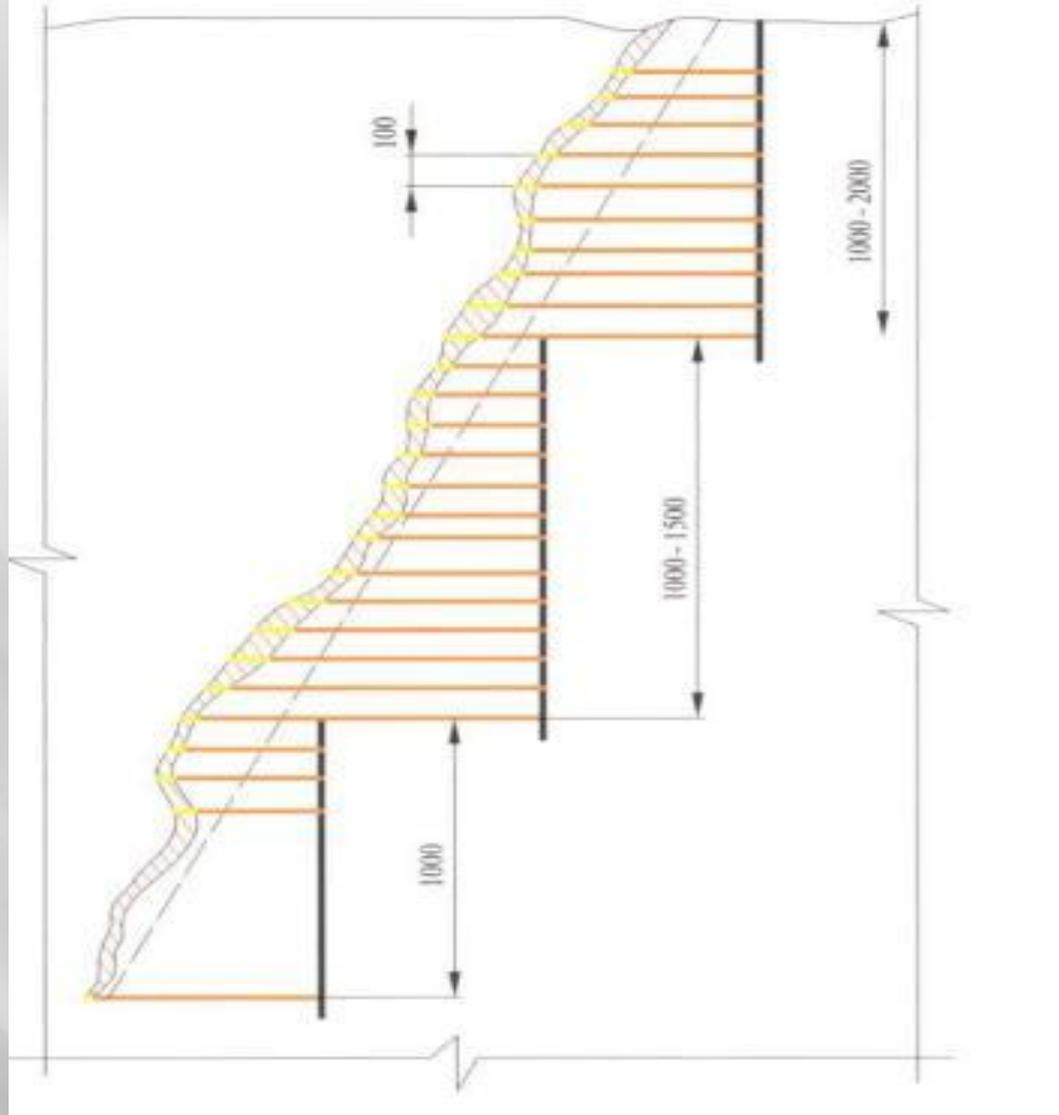
**1 - рудное тело; 2 - граница зоны сдвижения; 3 - главный**  
**рудоподъемный ствол; 4 -капитальный рудоспуск у ствола;**  
**5 - перегрузочный комплекс; 6 - квершлаг; 7 - слепой**  
**рудоподъемный ствол; 8 -штольни; 9 -наклонный**  
**конвейерный ствол; 10 - водонасыщенные наносы**



**Вскрытие Тырныаузского вольфрамо-молибденового месторождения.**

**Штольни:**

**1 - «Главная»; 2 - «Змейка»; 3 - «Северная»; 4 - «Капитальная»; 5 - штольня №15; 6 - «Ходовая»; 7 - штольня №18; 8 - рудоспуски, слепые стволы; 9 - «Капитальный»; 10 - «Слепой»; 11 - «Пик»**



**Комбинированная схема вскрытия вертикальным стволом с поверхности с переходом на вертикальные слепые стволы**

**Вскрытие вертикальным стволом имеет ряд преимуществ по сравнению со вскрытием наклонными стволами, а именно:**

- длина ствола меньше;**
- при прочих равных условиях меньше сечение ствола, выше скорость подъема, меньше поперечные размеры подъемных ёмкостей и ходового отделения;**
- стоимость крепления и поддержания меньше;**
- дешевле водоотлив (из-за меньшей длины трубопровода);**
- значительно более высока надежность работы подъема (поскольку в наклонных стволах быстро изнашиваются рельсовые пути, по которым движутся подъемные ёмкости, и подъемные канаты).**

**Однако вскрытие вертикальным стволом имеет ряд недостатков: большая длина квершлагов на нижних горизонтах, чем при вскрытии наклонным стволом.**

## Наклонные стволы с конвейерным подъемом

Совершенно другие условия возникают при конвейерном подъеме. Этот тип подъема не только не имеет перечисленных выше недостатков, но и обладает рядом достоинств. Прежде всего, конвейер позволяет выдать через один ствол очень большое количество руды (до 12-15 млн. т/год). Конвейерный транспорт от очистного блока до поверхности позволяет осуществить непрерывный поток руды и автоматизировать все транспортные работы.

Наклонные стволы с конвейерным подъемом применяют для вскрытия горизонтальных и наклонных месторождений, расположенных на глубине нескольких сотен метров. В этом случае длина ствола и конвейера невелика. Схема вскрытия достаточно проста и надежна в эксплуатации.

Наклонные стволы с конвейерным подъемом для вскрытия мощных крутых месторождений применяют значительно реже так как длина стволов большая и

## Особенности вскрытия горизонтальных и пологих месторождений

При разработке горизонтальных залежей встречаются два основных случая.

*Первый* случай, когда месторождение имеет сравнительно небольшие размеры в плане. В таких условиях стволы целесообразно расположить за пределами зоны сдвига пород, причем главный ствол - примерно против центра тяжести залежи, а вентиляционные стволы - на флангах. Если производительность рудника небольшая, то можно ограничиться двумя стволами: главный ствол пройти на одном фланге месторождения, а вентиляционный - на другом.

*Второй* случай возникает, если размеры месторождения в плане очень велики. Такое месторождение делят на шахтные поля примерно прямоугольной формы, причем в разработку одновременно вовлекают только часть полей. Чтобы не оставлять охранных целиков, главный и вентиляционный стволы располагают в соседних шахтных полях, разрабатываемых во вторую очередь.

Вентиляционный ствол может быть пройден в 20-30 м от главного ствола. Тогда для разработки шахтного поля достаточно одного вентиляционного ствола. Во всех этих случаях возможно применение как вертикальных, так и наклонных стволов.

## Классификация схем вскрытия разреза/карьера

*Первый признак*, по которому выделяются способы вскрытия это – *тип вскрывающих горных выработок*. В соответствии с этим признаком вскрытие карьерных полей может быть выполнено открытыми или подземными горными выработками, либо их комбинацией.

Традиционно вскрытие карьерных полей осуществляется в основном открытыми горными выработками. Но в современных карьерах стали всё чаще применять и комбинированное вскрытие, когда для этого используются одновременно как открытые, так и подземные горные выработки.

**Причём, тенденция такова, что с увеличением глубин и производственной мощности карьеров, в них применяются всё более крупные и капитальные подземные сооружения, используемые, не только для транспорта полезного ископаемого, но также для дренажа карьерного поля, вентиляции пространства карьера и даже для транспорта и подъёма вскрышных пород с созданием подземных дробильных комплексов.**

**При этом есть современные примеры, когда очень крупные карьеры, с определённой стадии своего развития полностью переходят на подземный способ вскрытия.**

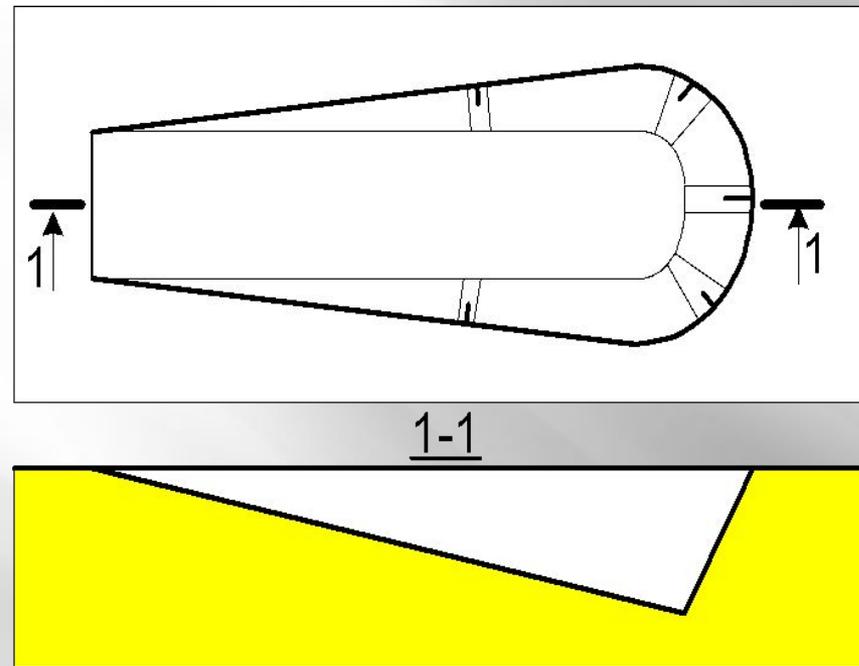
*Второй классификационный признак* - стационарность вскрывающих горных выработок - относится только к *траншеям (полутраншеям)*.

По этому признаку вскрывающие траншеи могут быть *стационарными*, т.е. действующими весь срок функционирования карьера, *полустационарными*, действие которых ограничено определённым периодом, или *временными*.

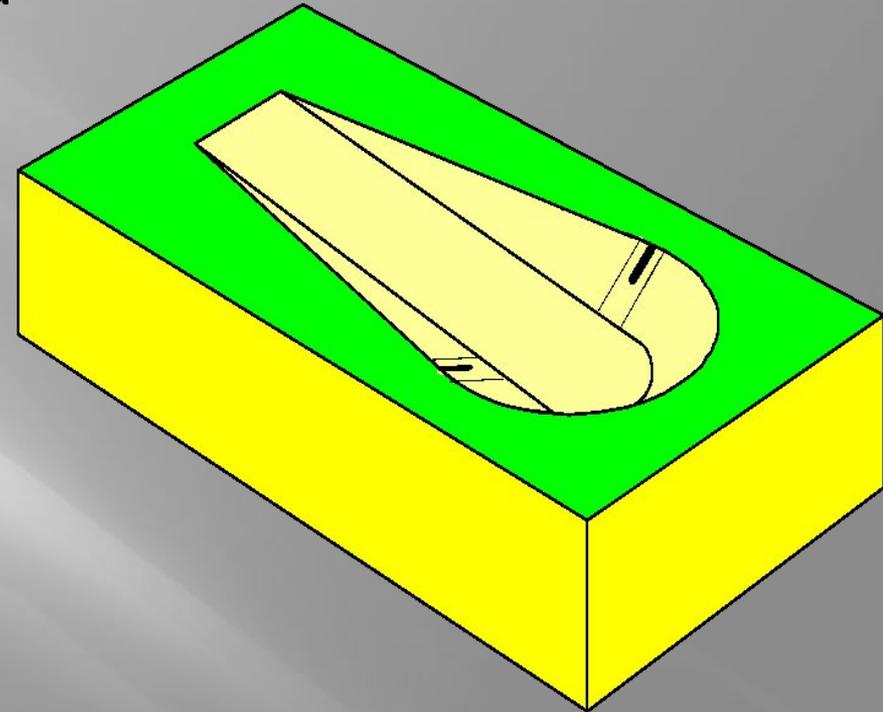
При этом временные вскрывающие траншеи (фактически - полутраншеи, называемые также *скользящими съездами*) создаются на откосе рабочего уступа и, по мере развития фронта уступа, периодически меняют своё положение в пространстве.

Подземные же вскрывающие горные выработки обычно бывают только стационарными. При расположении их внутри конечного контура карьера они, по мере развития фронта горных работ, могут постепенно погашаться, завершая своё функционирование к моменту окончания открытых горных работ

# Основные типы открытых горных выработок: наклонные и горизонтальные траншеи и полутраншеи

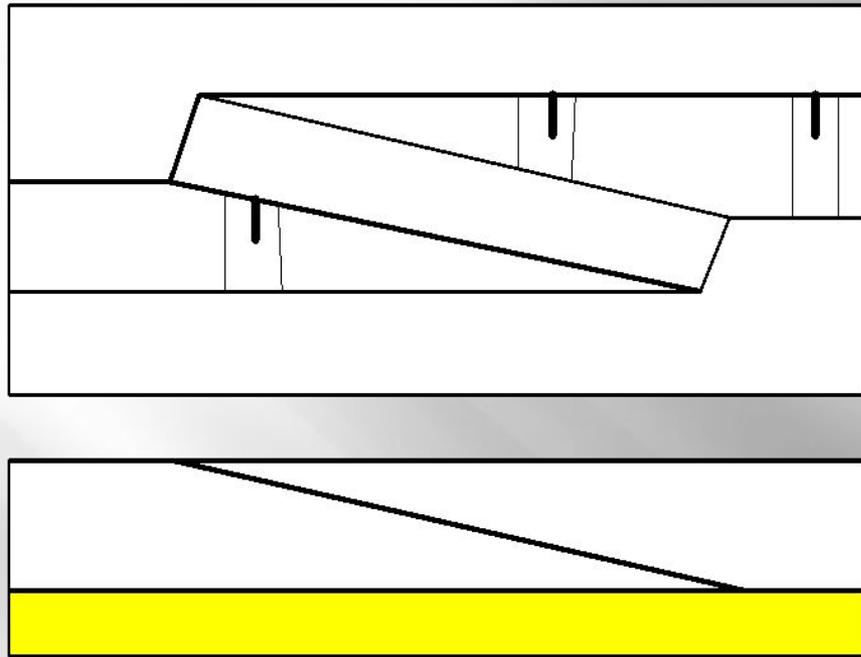


а

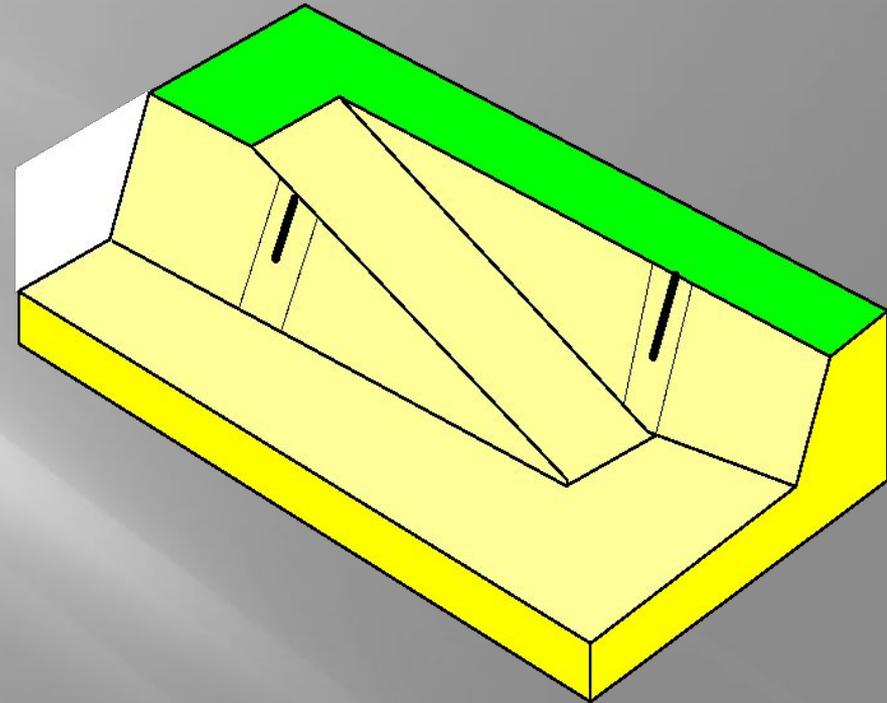


Открытые горные выработки: наклонная траншея

# Основные типы открытых горных выработок: наклонные и горизонтальные траншеи и полутраншеи

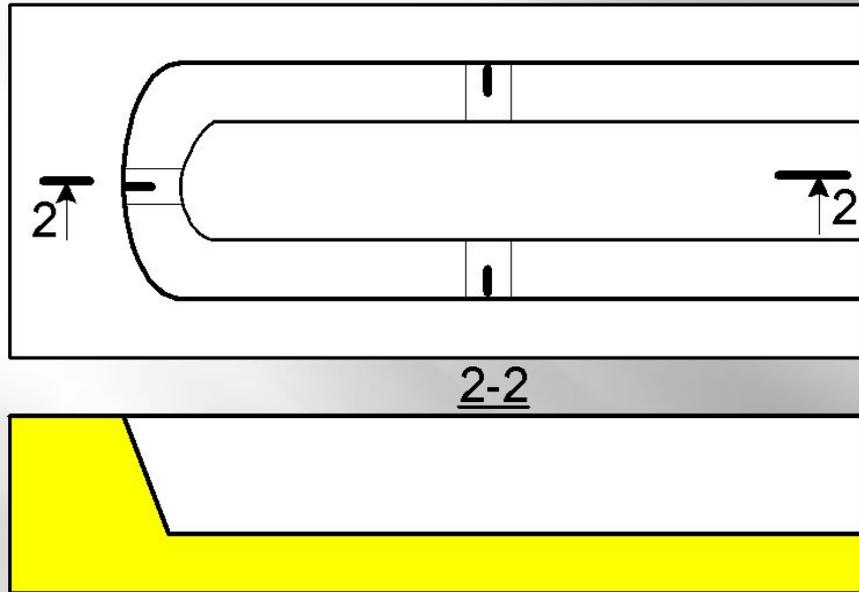


б

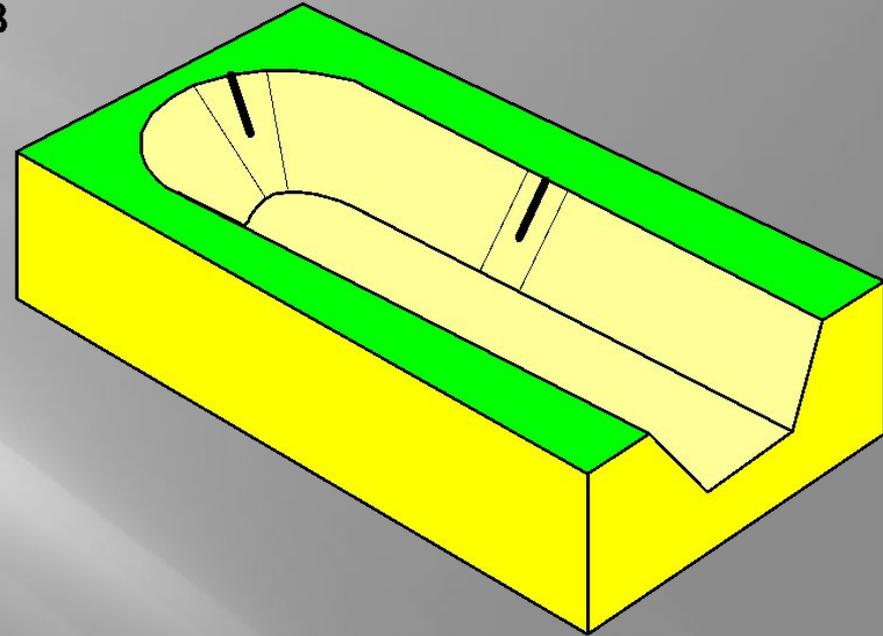


Открытые горные выработки: наклонная полутраншея

# Основные типы открытых горных выработок: наклонные и горизонтальные траншеи и полутраншеи

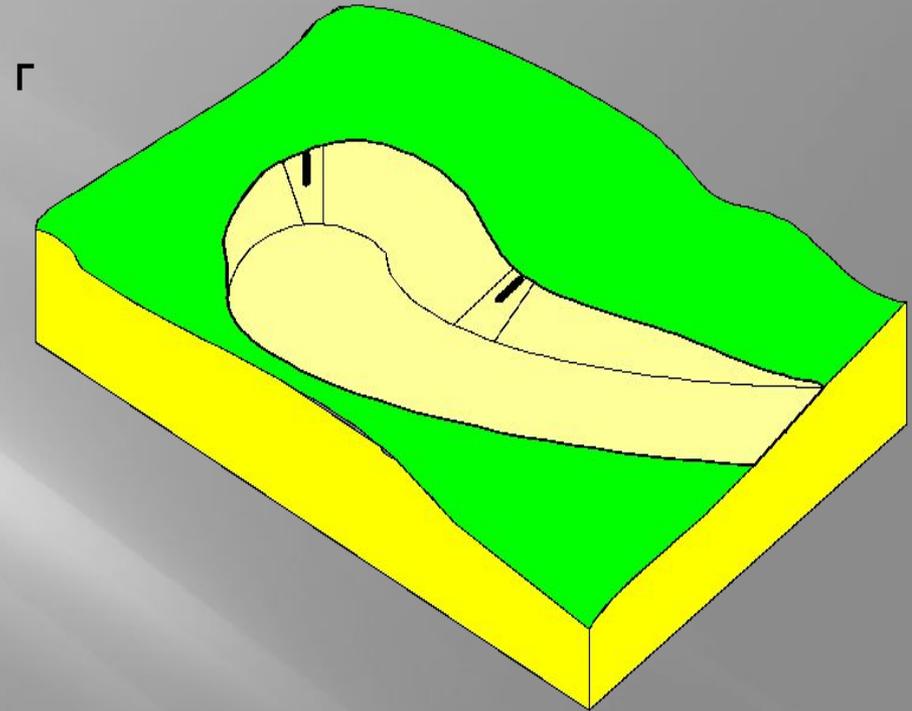
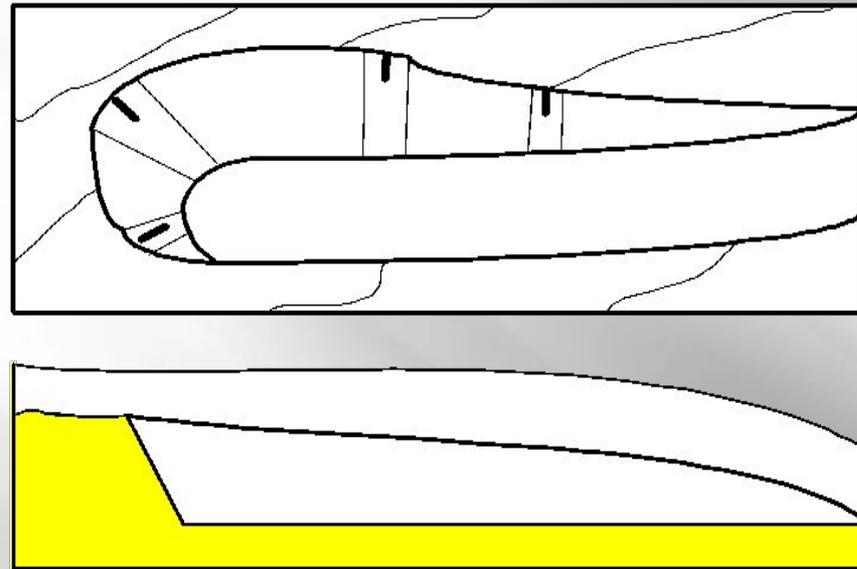


В

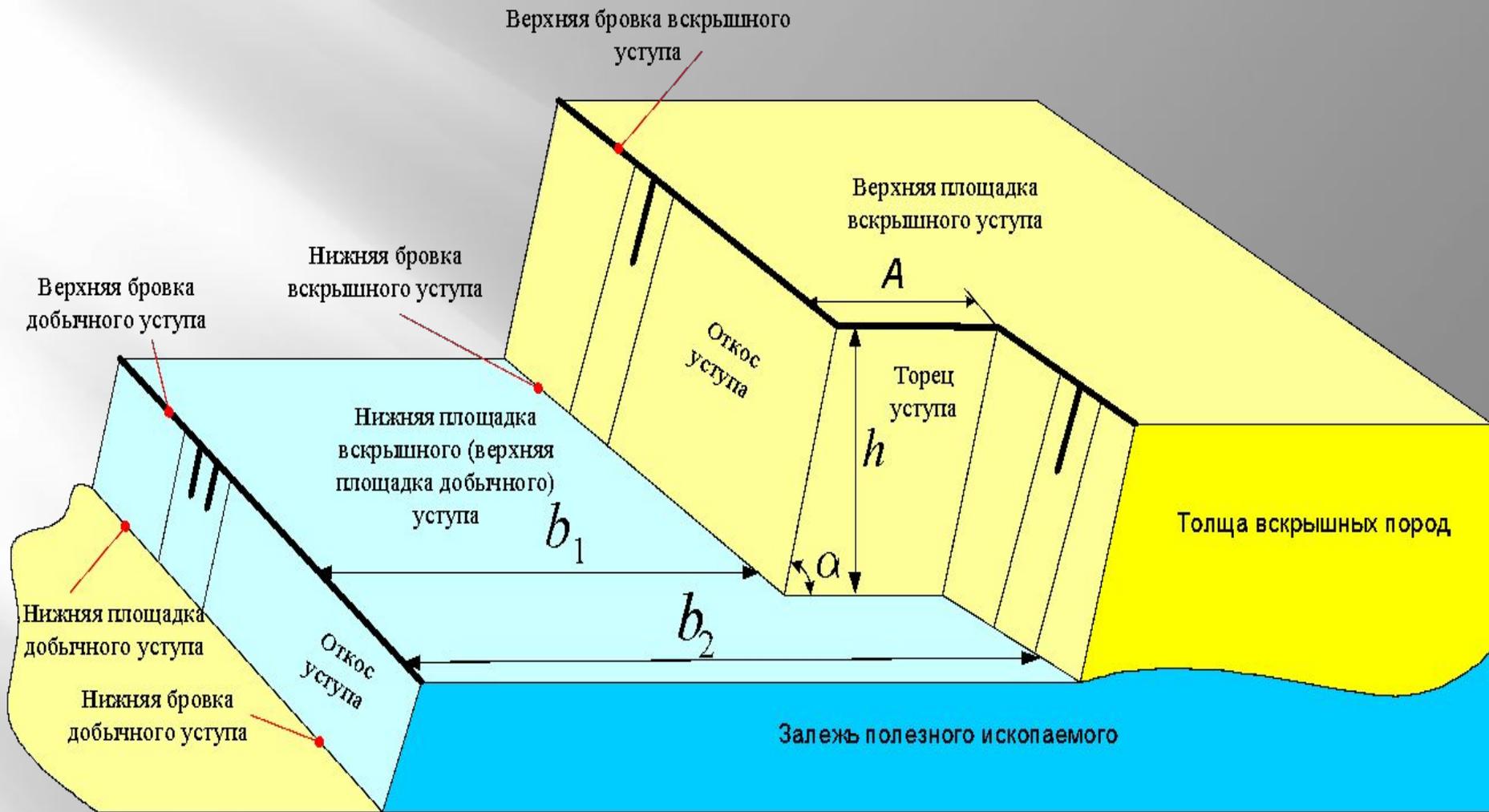


Открытые горные выработки: горизонтальная траншея

# Основные типы открытых горных выработок: наклонные и горизонтальные траншеи и полутраншеи



Открытые горные выработки: горизонтальная полутраншея



**Основные элементы уступа карьера и его параметры:**  
 $h$  – высота уступа;  $\alpha$  – угол наклона откоса;  $A$  – ширина заходки;  $b_1$  – ширина транспортной площадки (бермы);  $b_2$  – ширина рабочей площадки

Разработка полезного ископаемого и вскрышных горных пород в границах карьерного поля осуществляется слоями – обычно *горизонтальными*, реже *наклонными* или *крутыми*. Эти слои в толще полезного ископаемого и вскрышных пород образуют ступенчатую форму поверхности карьера, каждая ступень которого называется *уступом*.

Выделяются элементы уступа – *нижняя и верхняя площадки, откос, торец, верхняя и нижняя бровки*. Основные параметры уступа – его *высота, угол наклона откоса, ширина нижней и верхней площадки*.

Различают *рабочие уступы*, т.е. находящиеся в стадии разработки, и *нерабочие*, в которых горные работы завершены.

Особенностью рабочего уступа является то, что он разрабатывается самостоятельными средствами выемки и транспорта. Рабочий уступ может быть разделён на *подуступы*, которые не имеют самостоятельных средств выемки и транспорта. *Нерабочие уступы у конечных*

Площадка уступа называется *рабочей*, если на ней расположено выемочное оборудование (экскаватор) и транспортные коммуникации (рельсовые пути или автодорога).

В случае, если площадка предназначена только для работы транспортных средств, то она называется транспортной площадкой или транспортной *бермой*. Вместо понятий «рабочая и транспортная площадка» нередко используется синоним – *рабочий* или *транспортный горизонт*.

Выделение в карьерном поле уступов и обоснование их параметров выполняется с учётом природных, технических, горно-технологических и экономических факторов. При этом принимается во внимание устойчивость массивов горных пород, форма и условия залегания толщи полезного ископаемого и вскрышных пород, тип и рабочие параметры горного и транспортного оборудования, порядок (система) разработки месторождения, схема транспортного доступа к залежи

Основные элементы карьера: его *дно, лежащий, висячий и торцевые борта, линии нижнего и верхнего контуров*. Различают также борта - *рабочий и нерабочий*, т.е. на которых ведутся горные работы или завершены (находятся в конечных контурах).

Главные геометрические параметры карьера: *глубина (конечная и текущая), углы наклона рабочих и нерабочих бортов, длина и ширина по земной поверхности, ширина дна, площадь карьера в верхних контурах, его объём*.

Как производственная единица, карьер характеризуется *производственной мощностью*, т.е. количеством добываемого за год полезного ископаемого и вскрышных пород.

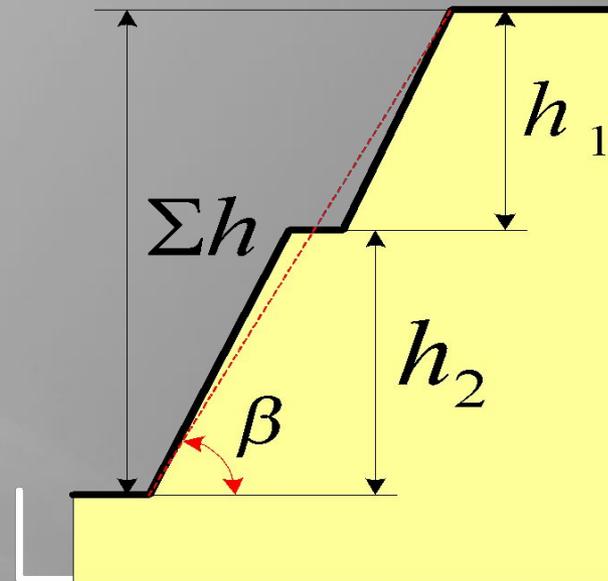
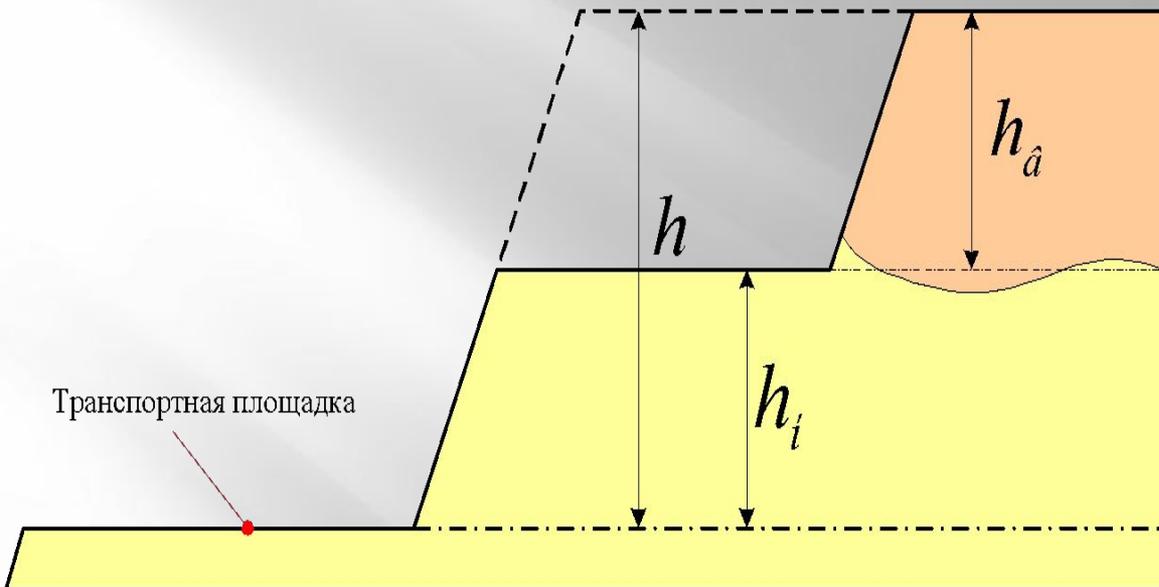
Характерной особенностью открытого способа разработки полезных ископаемых является необходимость удаления больших объёмов пустых пород, вмещающих полезное ископаемое.

Эти пустые породы принято называть *вскрышными*, а комплекс горных работ по их удалению из карьерного поля – *вскрышными работами*. Соответственно, *добычными работами* называются горные работы по непосредственному извлечению из земных недр полезных ископаемых.

Вскрышные породы транспортируются в специальные места размещения, где укладываются в штабеля, называемые *отвалами*.

Располагаются отвалы в выработанном пространстве карьерного поля (*внутренние отвалы*) или за проектными контурами карьера (*внешние отвалы*).

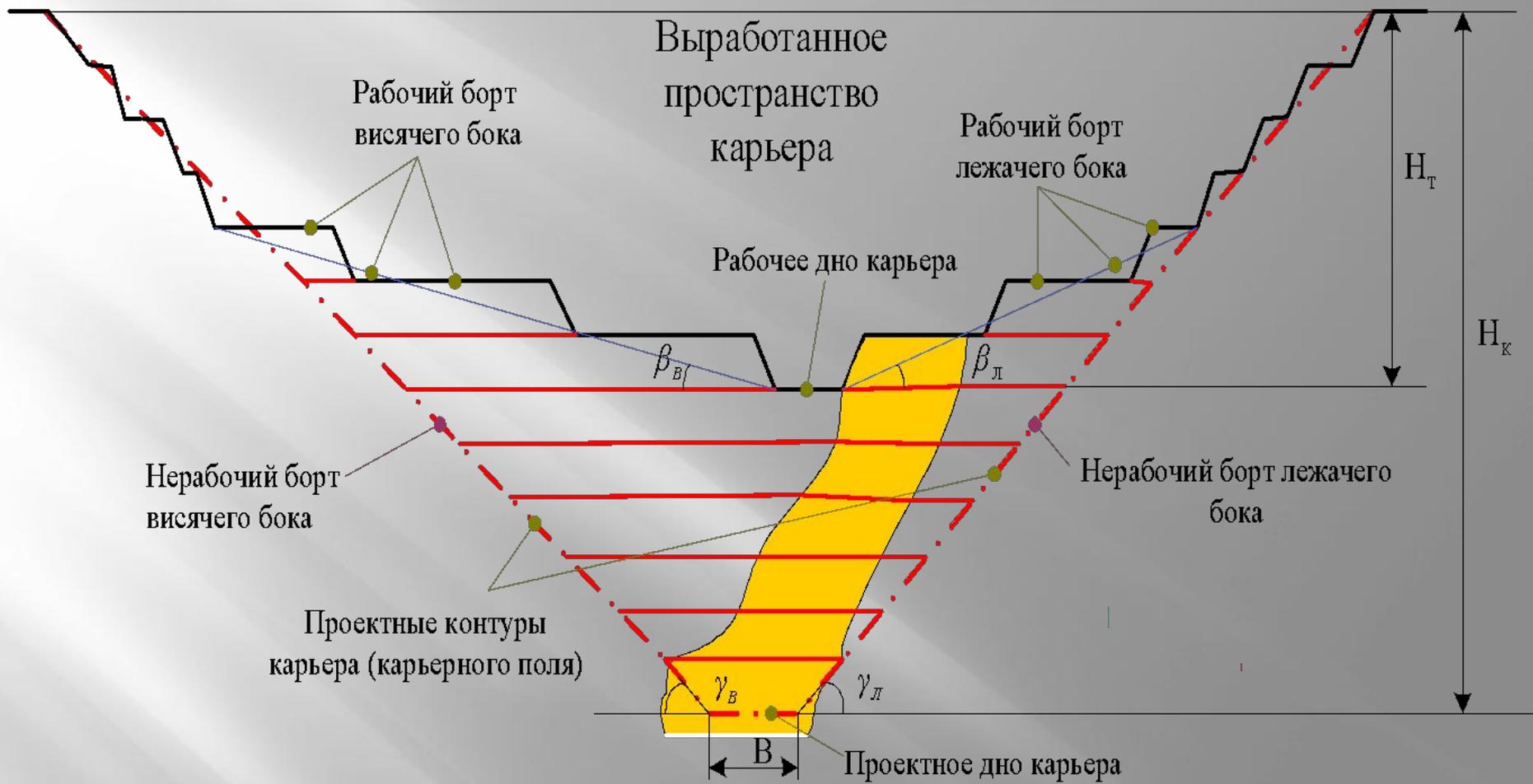
Карьер в процессе эксплуатации систематически увеличивает свои размеры. Расширение его контуров происходит в ширину и вглубь горного массива



**Подступ:**

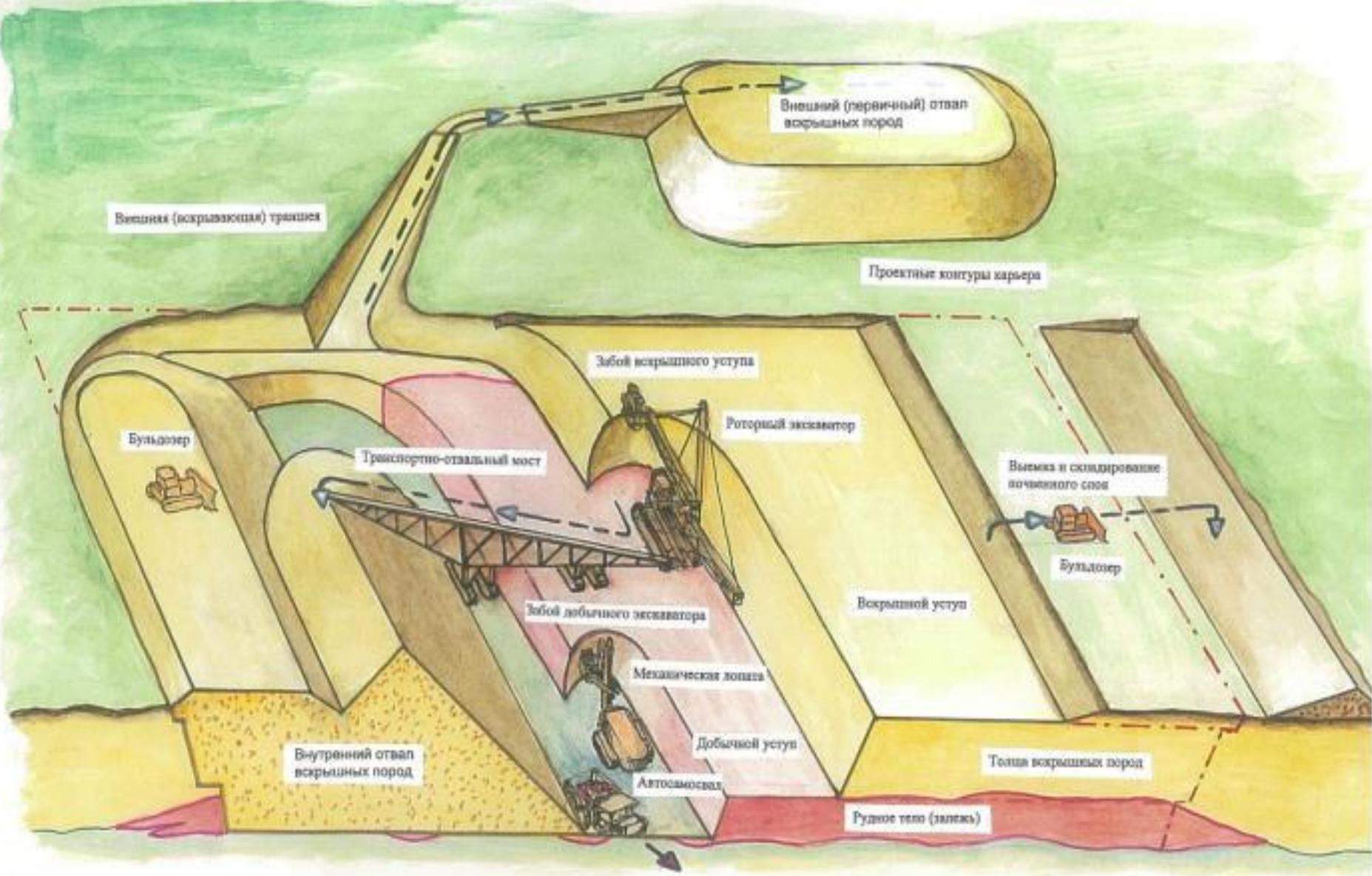
$h$  - высота уступа;  $h_{\text{в}}$  и  $h_{\text{н}}$  - высота верхнего и нижнего подступа

Увеличение высоты уступов у конечных контуров карьера.  
 $\Sigma h$  - суммарная высота сдвоенного ( $h_1 + h_2$ ) уступа в конечных контурах карьера

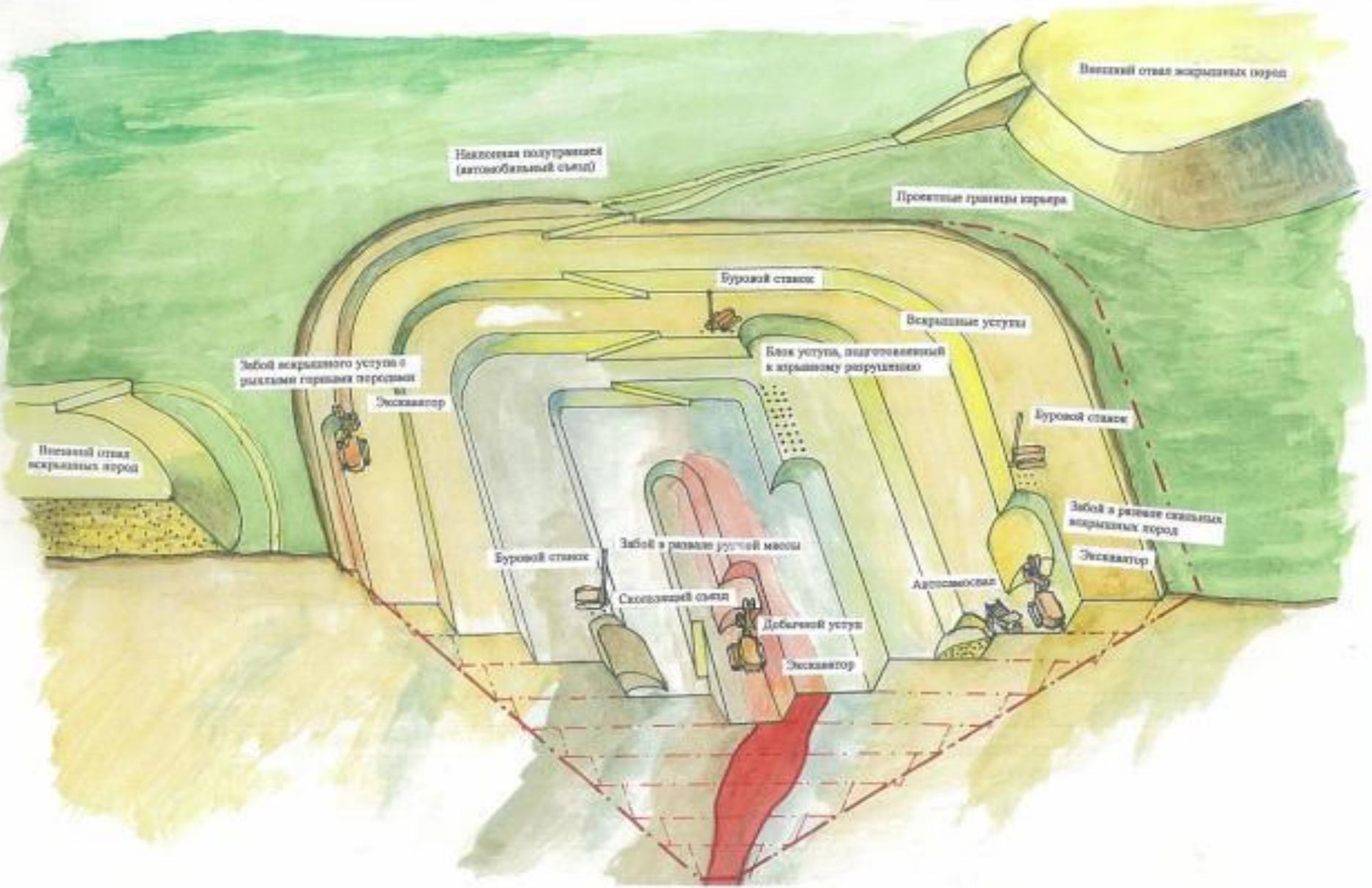


**Основные элементы и параметры карьера:**

$H_K$  - конечная (проектная) глубина;  $H_T$  - текущая глубина;  $B$  - проектная ширина дна;  $\gamma_V$  и  $\gamma_L$  - углы наклона нерабочих бортов;  $\beta_V$  и  $\beta_L$  - углы наклона рабочих бортов

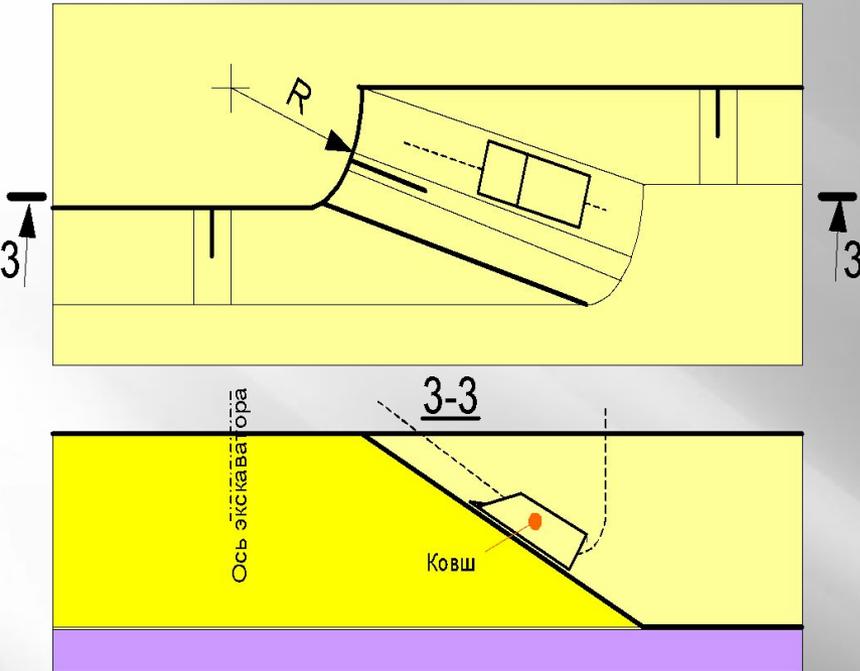


**Карьер для разработки горизонтальных и пологозалегающих месторождений**

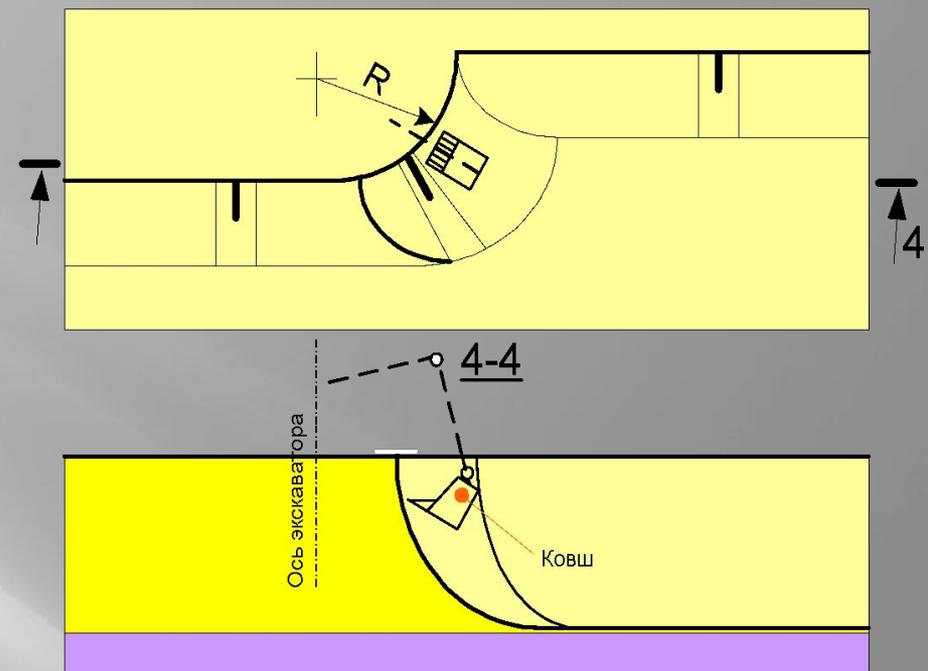


**Карьер для разработки наклонных и крутопадающих месторождений**

В

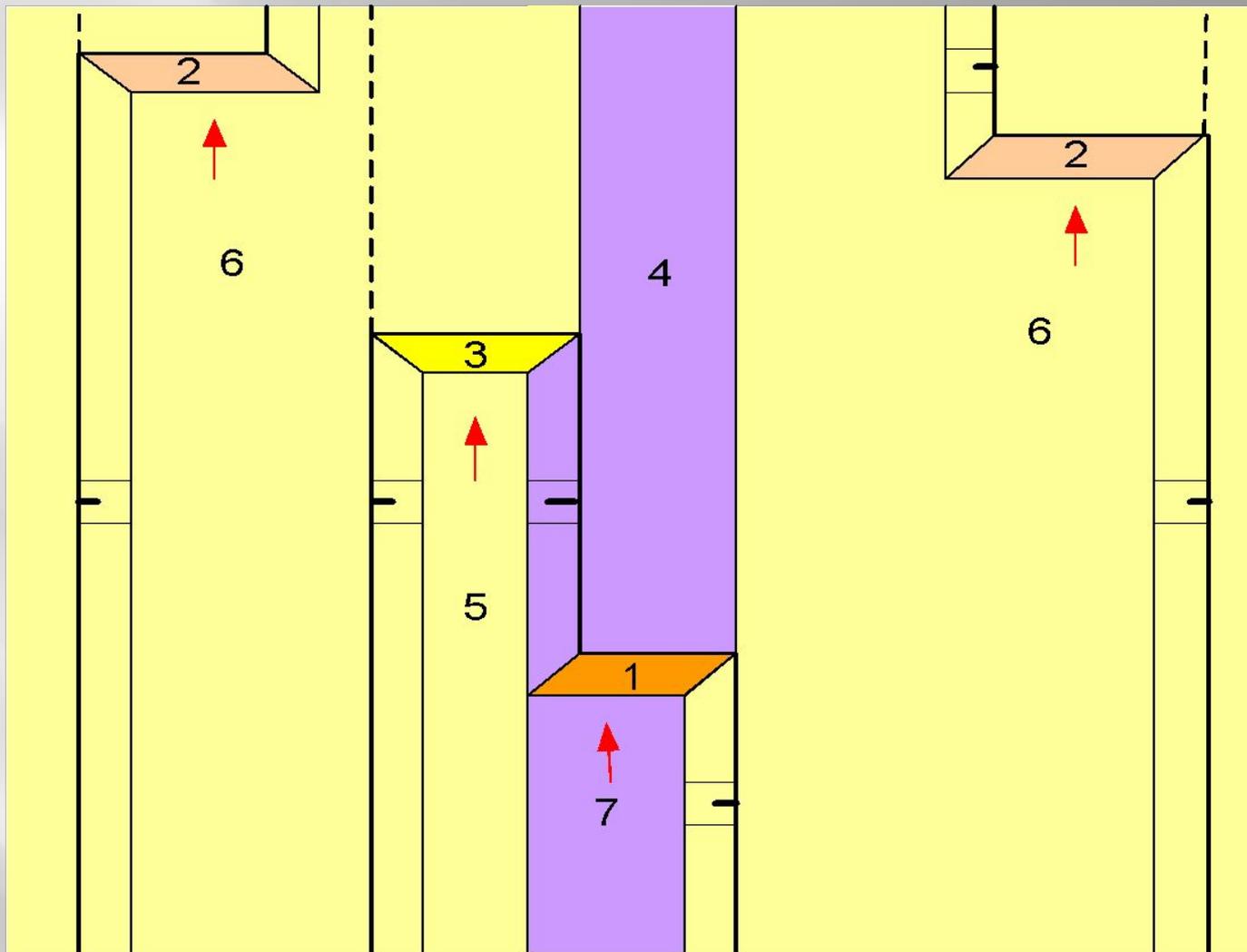


Г



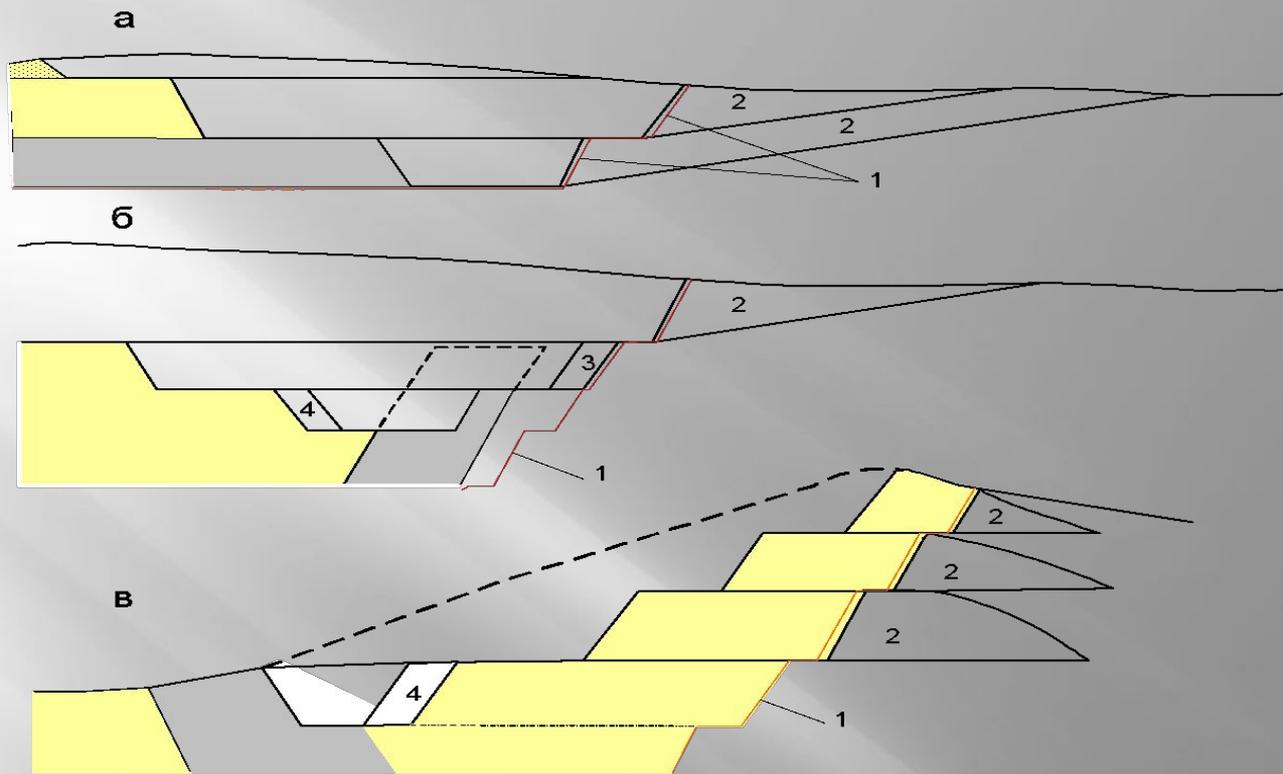
**Забои:**  
**в - драглайна**

**Забои:**  
**г - гидравлической лопаты**



**Забои:**

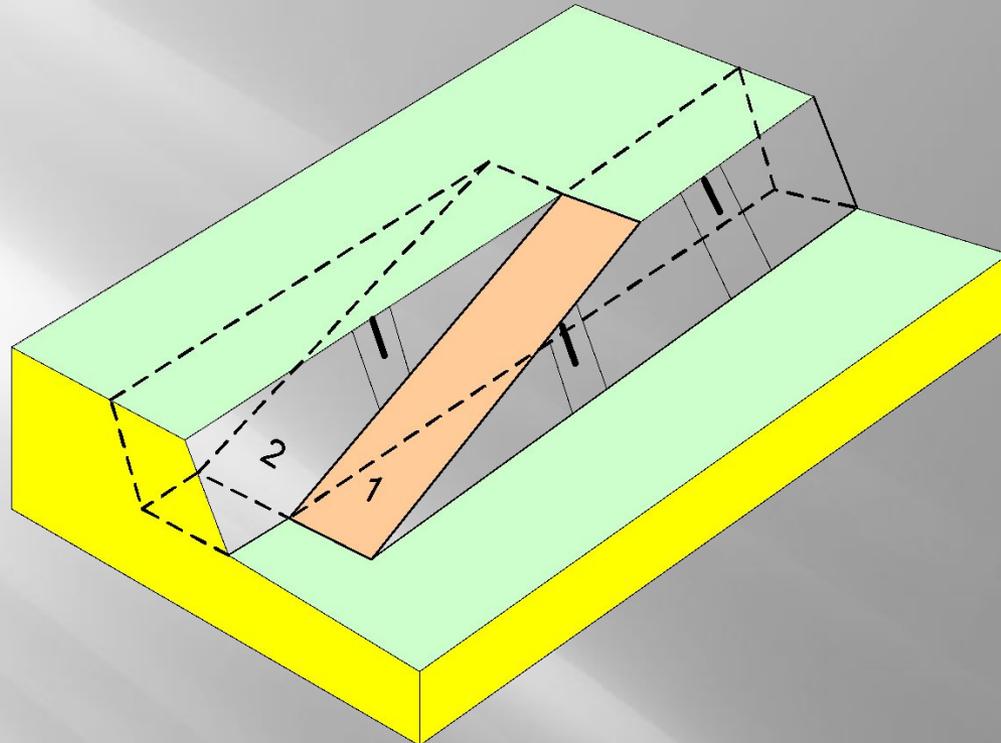
**1 - добычной; 2 - вскрышной; 3 - проходческий; 4 - рудное тело; 5 - разрезная траншея; 6 - рабочий горизонт вскрышных работ; 7 - рабочий горизонт добычных работ**



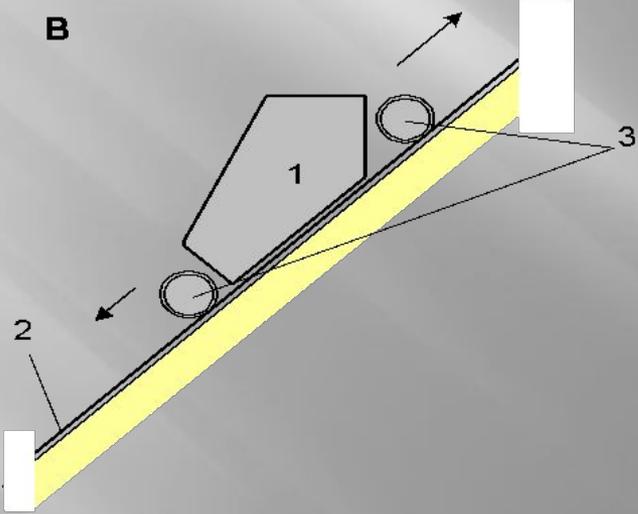
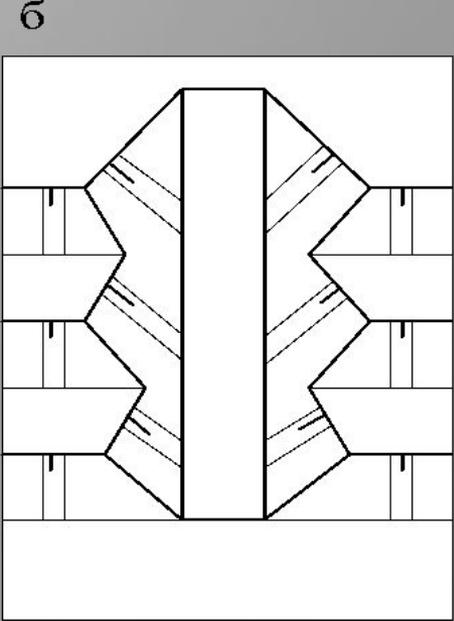
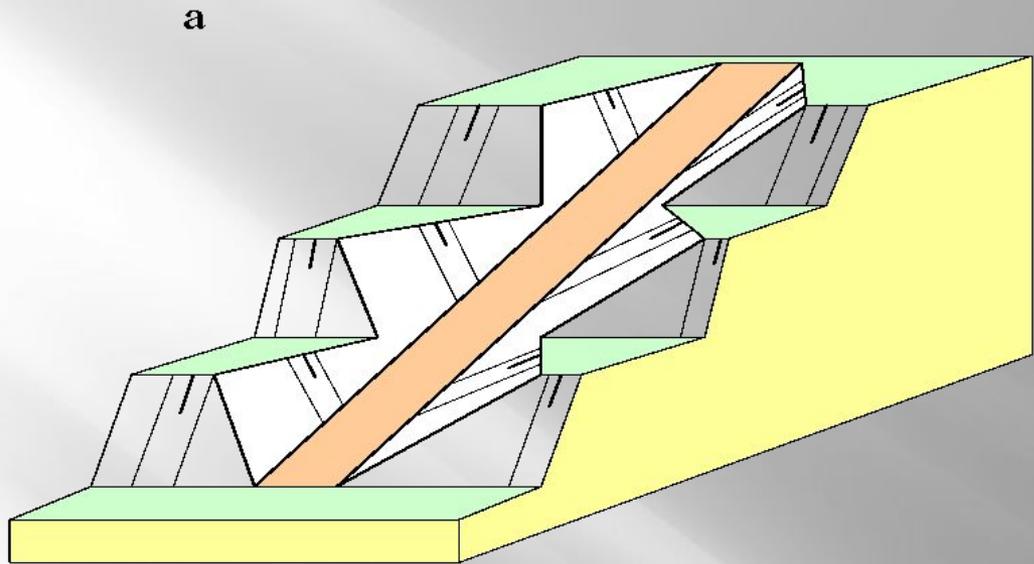
**Вскрытие внешними траншеями:**

**а** - неглубокой пологой залежи; **б** - верхнего рабочего горизонта крутой залежи; **в** - при гористом рельефе (полутраншеями):

**1** - граничные контуры карьера; **2** - вскрывающие открытые горные выработки; **3** и **4** - вскрывающие выработки внутреннего заложения (полустационарная и складская полутраншея)



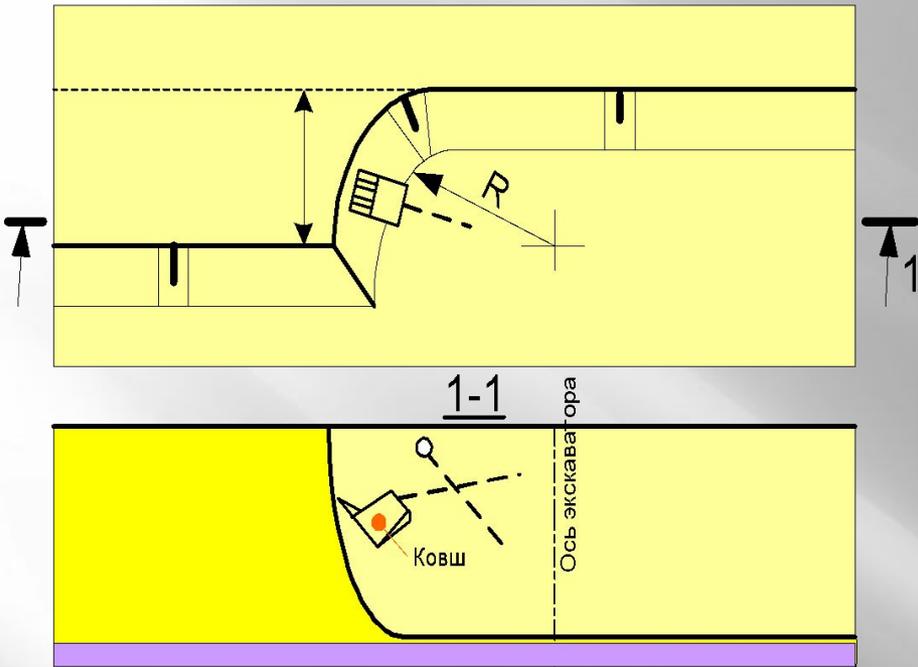
**Скользящий съезд: 1 и 2 – положение съезда с изменением фронта уступа**



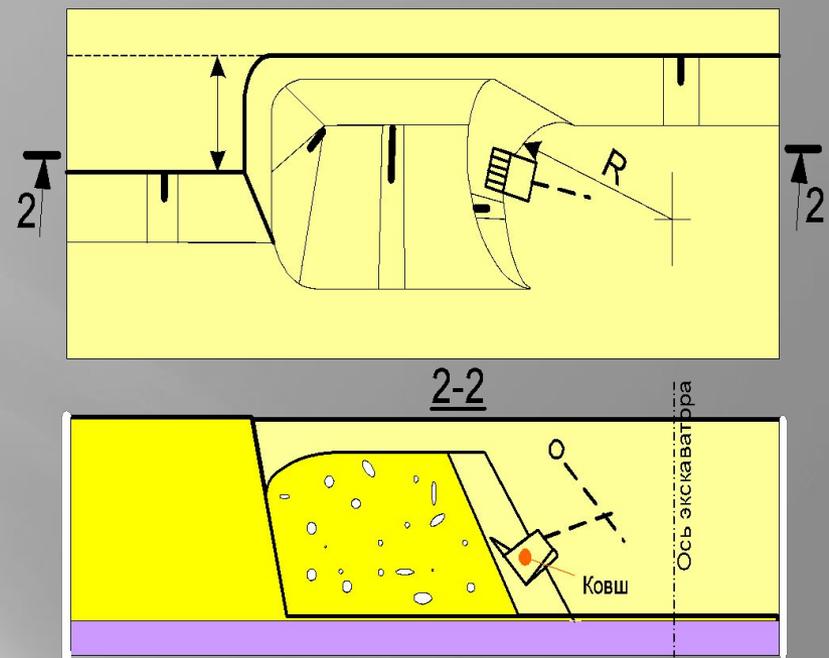
**Вскрытие крутой траншеей:**

**а - общий вид; б - чертёж; в - схема карьерного скипа:  
1 - кузов скипа, 2 - рельсовое полотно, 3 - колёсные пары**

а



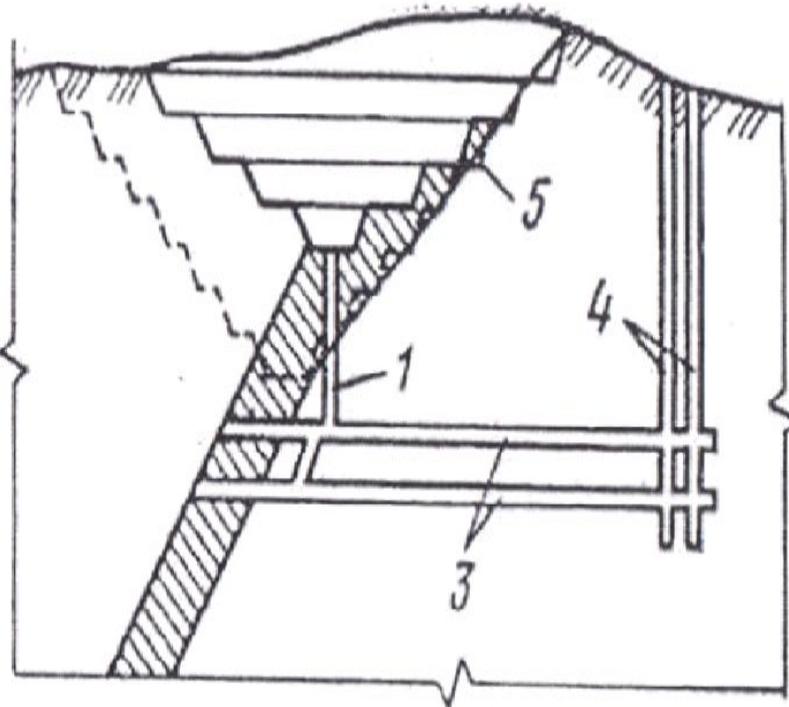
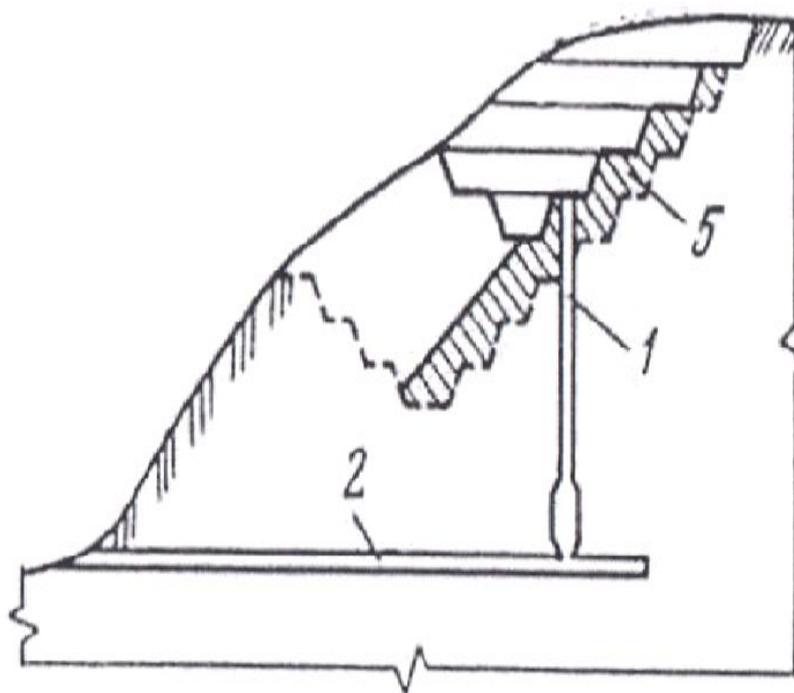
б



**Забои:**  
**а – мехлопаты в рыхлом массиве**

**Забои:**  
**б – мехлопаты в скальном массиве**

а



**Вскрытие карьерного поля подземными горными выработками:**

**а - капитальными рудоспуском и штольней, б - шахтными стволами с квершлагами: 1 - рудоспуск, 2 - штольня, 3 - квершлаг, 4 - шахтные стволы, 5 - рудное тело**

Кроме рассмотренных выше классификационных признаков, есть ещё один показатель, характеризующий способов вскрытия карьерных полей это – *форма трассы* всего комплекса вскрывающих горных выработок.

Под этим термином понимается общая продольная ось этих горных выработок, предопределяющих положение основных транспортных коммуникаций в карьере.

По этому признаку различают следующие формы трасс открытых вскрывающих горных выработок:

- петлевую;
- тупиковую;
- спиральную;
- комбинированную.

## Способы подготовки месторождения (этажный, панельный и погоризонтный способы)

### Деление шахтного поля пластовых месторождений

*Подготовкой месторождения* или его части к выемке

полезного ископаемого называют проведение комплекса подготовительных выработок: штреков, ортов, участковых бремсбергов и уклонов, восстающих и других выработок, разделяющих месторождение на участки, удобные для выемки полезного ископаемого.

Часть месторождения, в которой пройдены все вскрывающие и подготовительные горные выработки, называют *подготовленными запасами*.

*Способом подготовки шахтного поля* называется определенный порядок проведения системы вскрывающих и подготовительных (нарезных) выработок в шахтном поле. Классификация способов подготовки учитывает: способ деления шахтного поля на части; число пластов, обслуживаемых одной подготовительной выработкой; расположение выработок относительно

**Выбор способов вскрытия шахтных полей угольных месторождения, подлежащих разработке подземным способом, зависит от ряда геологических, гидрогеологических горнотехнических и технико-экономических факторов.**

**К этим факторам относятся:**

- количество рабочих пластов угля, их мощность, угол падения в пределах шахтного поля, а также расстояние между пластами, характер, глубина и условия их залегания, степень нарушенности;**
- строение, петрографическая и физико-механическая характеристика вмещающих и покрывающих пород, водоносность и газоносность пород и угольных пластов, склонность угля к самовозгоранию, рельеф земной поверхности, наличие и расположение водоемов рек и т. п.;**

- наличие и расположение на земной поверхности в пределах шахтного поля зданий и сооружений, подлежащих охране от вредного влияния горных разработок (железные дороги, технические и хозяйственные здания, сооружения и т.п.);
- характеристика грунтов в районе промышленной площадки;
- тип и производственная мощность шахты, срок ее службы и промышленные запасы, конфигурация и размеры шахтного поля по простиранию и падению;
- способ подготовки пластов, характер поверхностного хозяйства и т. д.

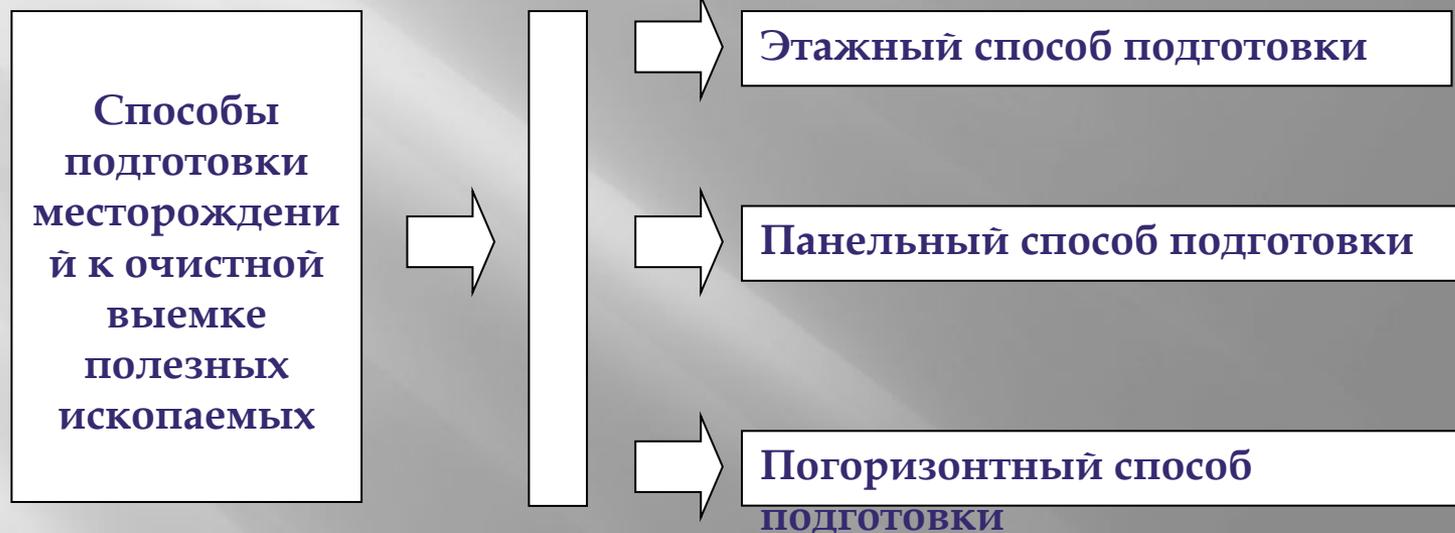
Большие по площади пластовые месторождения отрабатываются несколькими шахтными полями преимущественно прямоугольной формы.

Размеры шахтных полей пластовых и пластообразных месторождений полезных ископаемых обычно составляют по длине (по простиранию) 6-8 км, достигая 20 км, по ширине (по падению) 2-3 км, достигая 5-8 км

Способ подготовки в зависимости от локализации подготовительных выработок может быть *пластовым* (если все капитальные выработки пройдены по угольным пластам); *полевым* - при проведении капитальных выработок по вмещающим породам; *комбинированным* - при сочетании обоих способов.

Подготовка пластов при разработке свит может быть *индивидуальной* - когда выработки проводят для каждого пласта отдельно; *групповой* - когда основные подготовительные выработки проходят общими для всех разрабатываемых пластов свиты или отдельной группы ее пластов.

В последнем случае не нужно поддерживать подготовительные выработки (капитальные или панельные бремсберги или уклоны) по всем пластам - поддерживаются только групповые выработки. Такое группирование позволяет существенно снизить затраты на подготовку и поддержание капитальных выработок. Групповые выработки располагают как правило в



**Способы подготовки месторождений к очистной выемке полезных ископаемых**

## Элементы деления шахтного поля

*Горизонт* — это часть шахтного поля, ограниченная по простиранию границами шахтного поля и по падению верхней или нижней границами шахтного поля и главным откаточным штреком.

При делении шахтного поля на три и более горизонта их границами по падению могут быть главный откаточный и главный вентиляционный штреки.

Размеры горизонта по падению составляют обычно 1-1,2 км. Горизонты, расположенные по восстанию относительно главного откаточного штрека и обслуживаемые бремсбергами, называют *бремсберговыми полями*, а горизонты, расположенные по падению и обслуживаемые уклонами, - *уклонными полями*.

*Крыло* — часть горизонта, расположенная по одну сторону от вскрывающей выработки.

*Этаж* — часть шахтного поля, ограниченная по простиранию его границами, а по падению главным откаточным и главным вентиляционным штреками, которые имеют непосредственный выход на вскрывающие выработки.

Штреки, ограничивающие этаж, называют *этажными*.

При отработке пологих и слабонаклонных пластов все этажи в пределах горизонта обслуживаются одним бремсбергом или уклоном, которые называются *капитальными*. На крутонаклонных и крутопадающих залежах каждый этаж обслуживается своими квершлагами: снизу — *откаточным*, сверху — *вентиляционным*.

Вертикальная высота этажа при отработке крутопадающих тонких и средней мощности залежей может составлять 100-130 м, при отработке мощных залежей — 80-100 м. Наклонная высота этажа на пологих и наклонных залежах изменяется от 200 до 500 м.

*Выемочное поле* - часть залежи в пределах этажа, ограниченная *участковыми бремсбергами* или *скатами*.

Размер выемочного поля по простиранию может составлять на пологих пластах 750-1500 м, на крутых пластах 350-500 м.

*Выемочный столб* - часть пласта в пределах выемочного поля или панели, ограниченная по падению *участковым конвейерным* и *вентиляционным штреками*, а по простиранию - границами выемочного поля (панели).

*Панель* — это часть шахтного пласта в пределах шахтного поля или горизонта, обслуживаемая самостоятельным комплексом горизонтальных или наклонных транспортных и вентиляционных выработок.

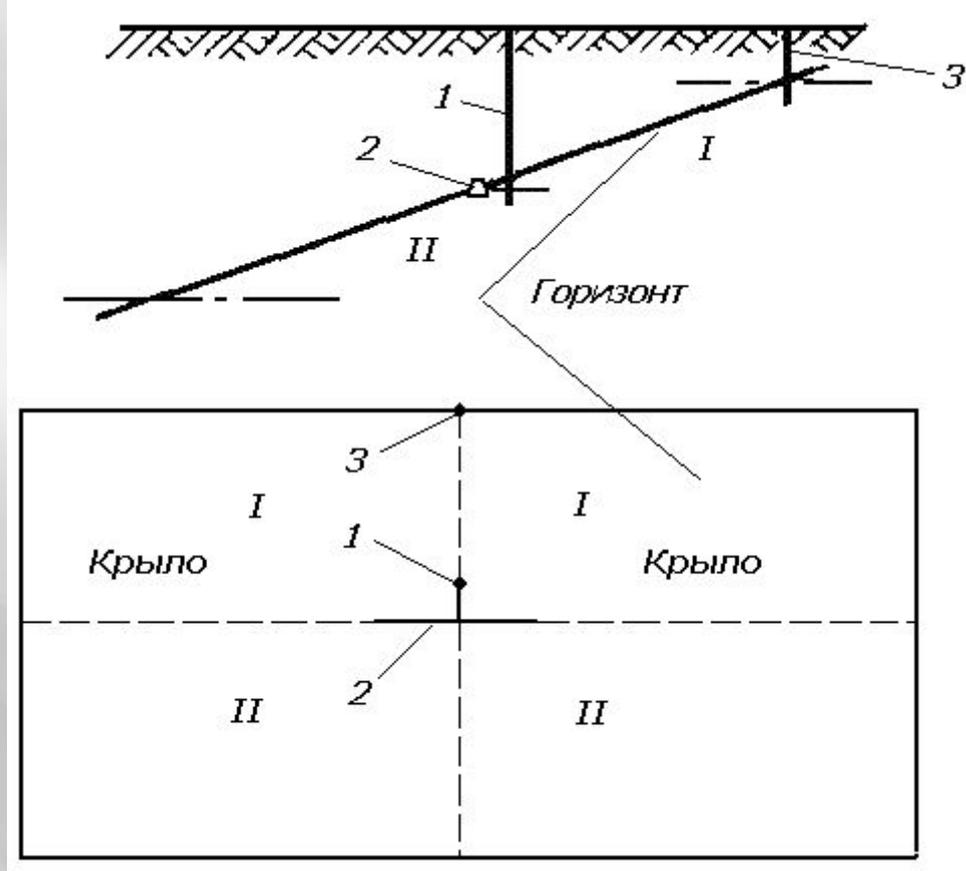
Границами панели по падению являются границы горизонта, по простиранию - границы смежных панелей, а на флангах шахтного поля - границы шахтного поля. Размеры панели по простиранию — 1,5-2 км, по падению — 1-1,2 км.

**Ярус** - это часть панели, ограниченная по падению конвейерным и вентиляционным штреками, а по простиранию - границами панели.

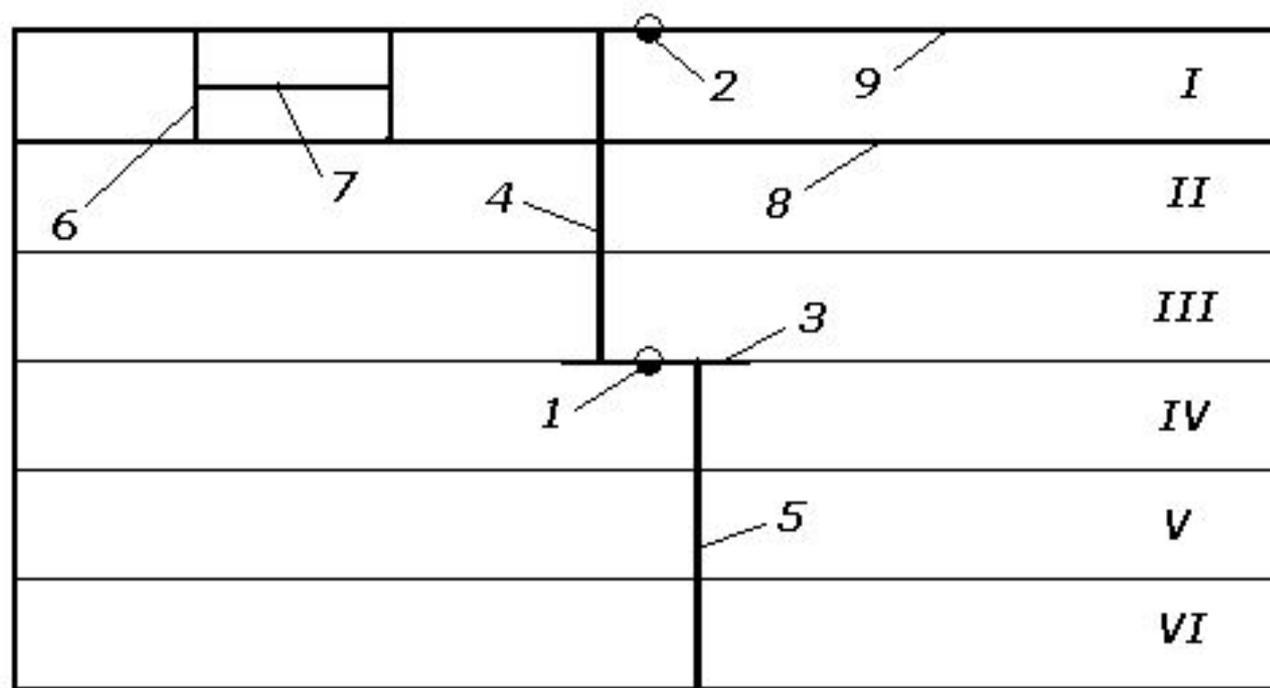
**Блок.** Термин «блок» имеет различное смысловое значение при подземной разработке угольных месторождений, при подземной разработке рудных месторождений и при открытой разработке месторождений полезных ископаемых.

При *подземной разработке угольных месторождений* «блок» - это часть шахтного поля, вскрытая с поверхности и независимо проветриваемая с помощью самостоятельного комплекса горных выработок.

Деление шахтного поля на блоки применяют при высокой газоносности угольных пластов для улучшения их вентиляции, а также с целью повышения эффективности строительства и работы крупных шахт. Подъем на поверхность угля и породы из блоков осуществляют по главным стволам, с которыми блоки соединяют магистральными штреками. Блоки делят на *горизонты*

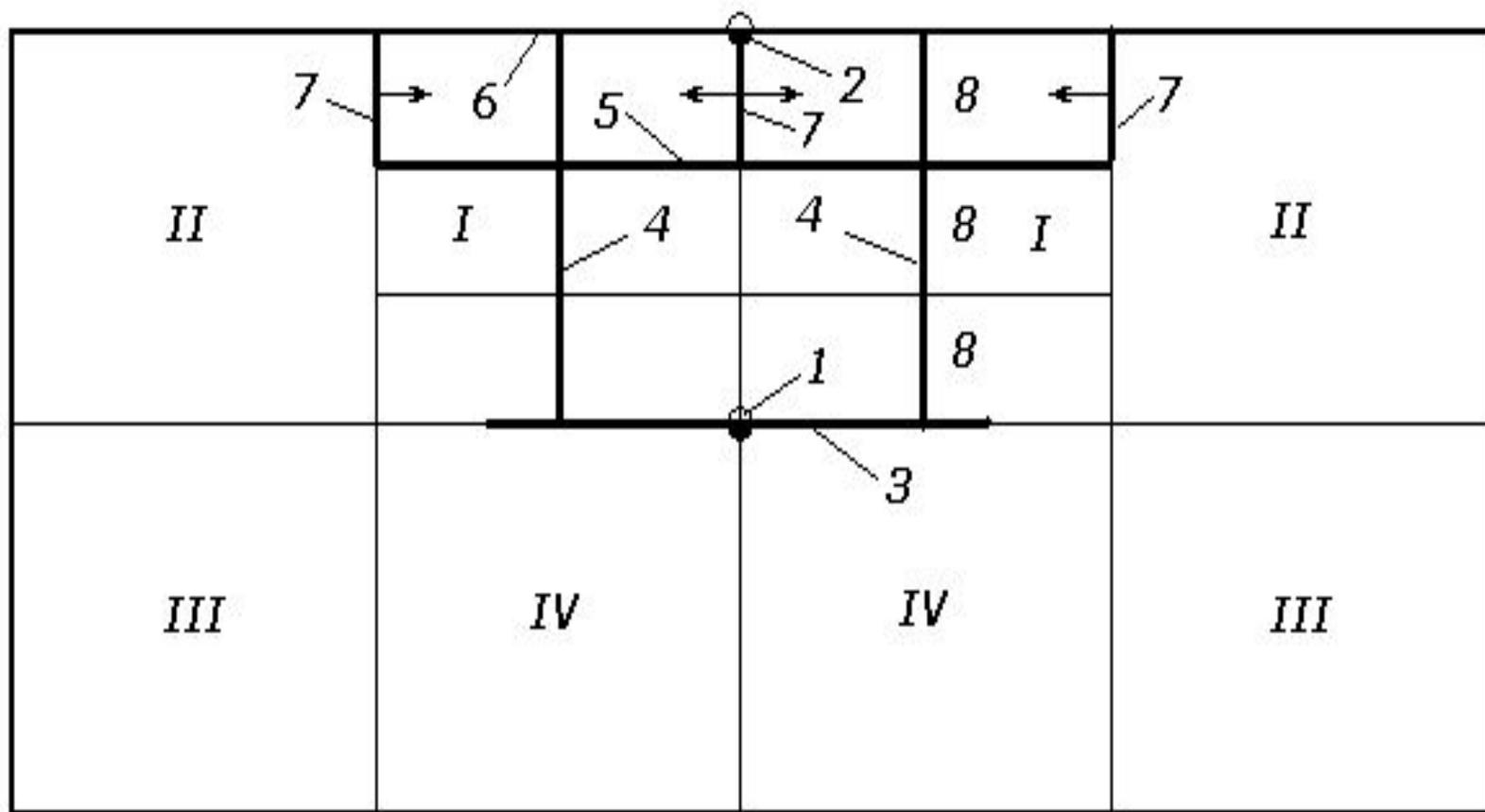


**Деление шахтного поля на крылья и горизонты:**  
**1 – ствол; 2 – главный откаточный штрек; 3 – шурф; I –**  
**бремсберговый горизонт; II – уклонный горизонт**



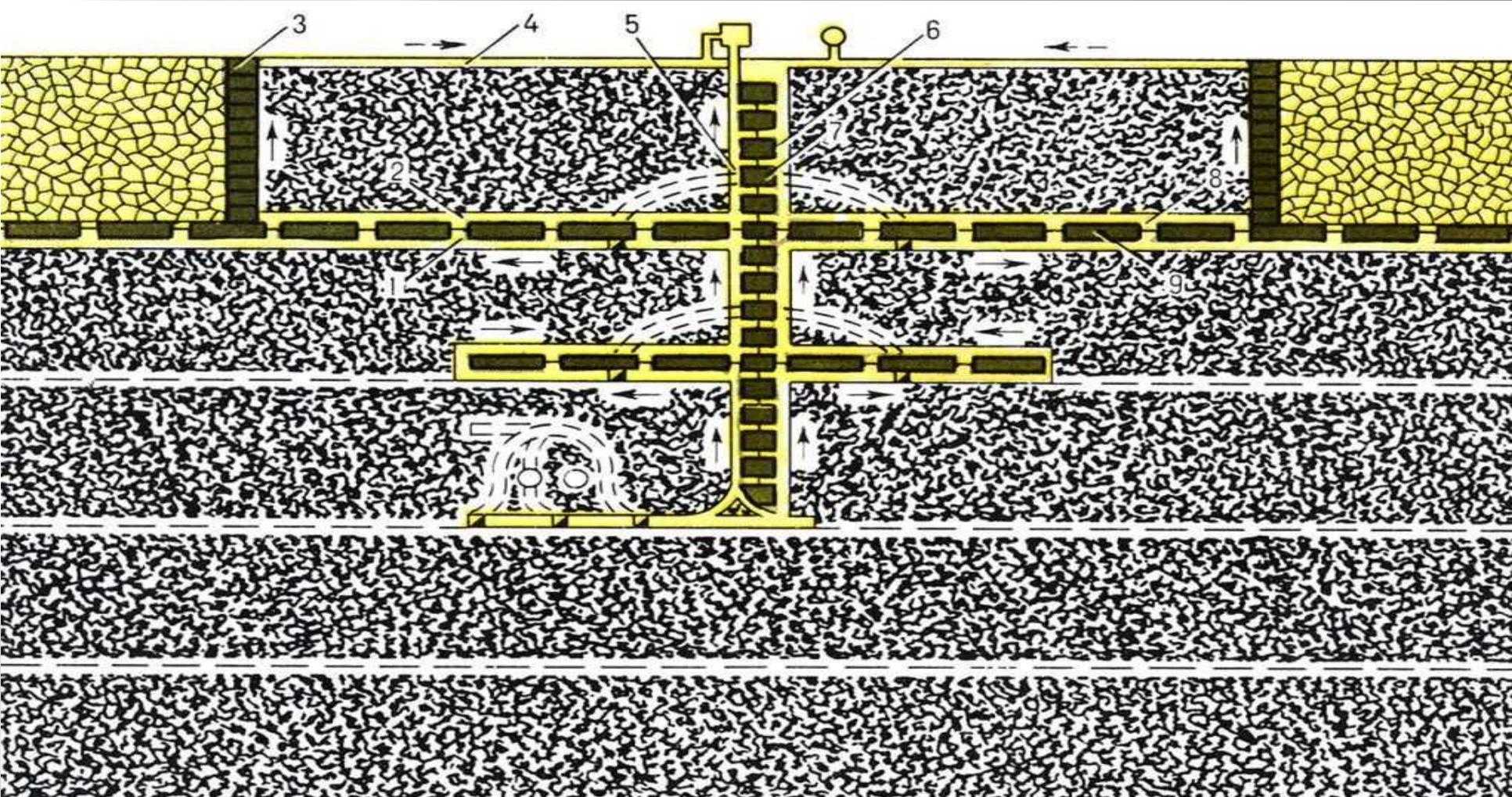
**Деление шахтного поля на этажи:**

**1 - главный ствол; 2 - вентиляционный ствол; 3 - главный откаточный штрек; 4 - бремсберг; 5 - уклон; 6 - выемочное поле; 7 - выемочный столб; 8 - этажный откаточный штрек; 9 - этажный вентиляционный штрек; I-VI - последовательность отработки этажей**

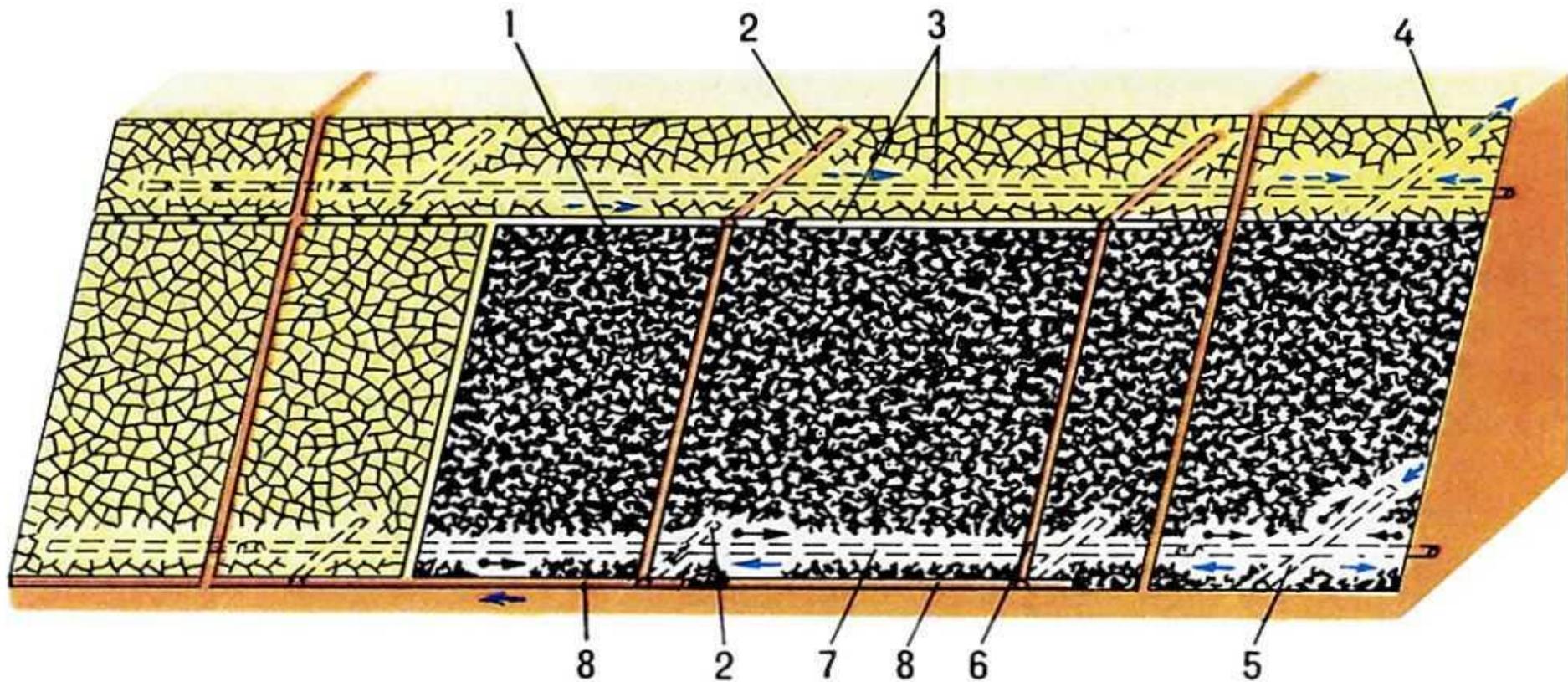


Деления шахтного поля на панели:

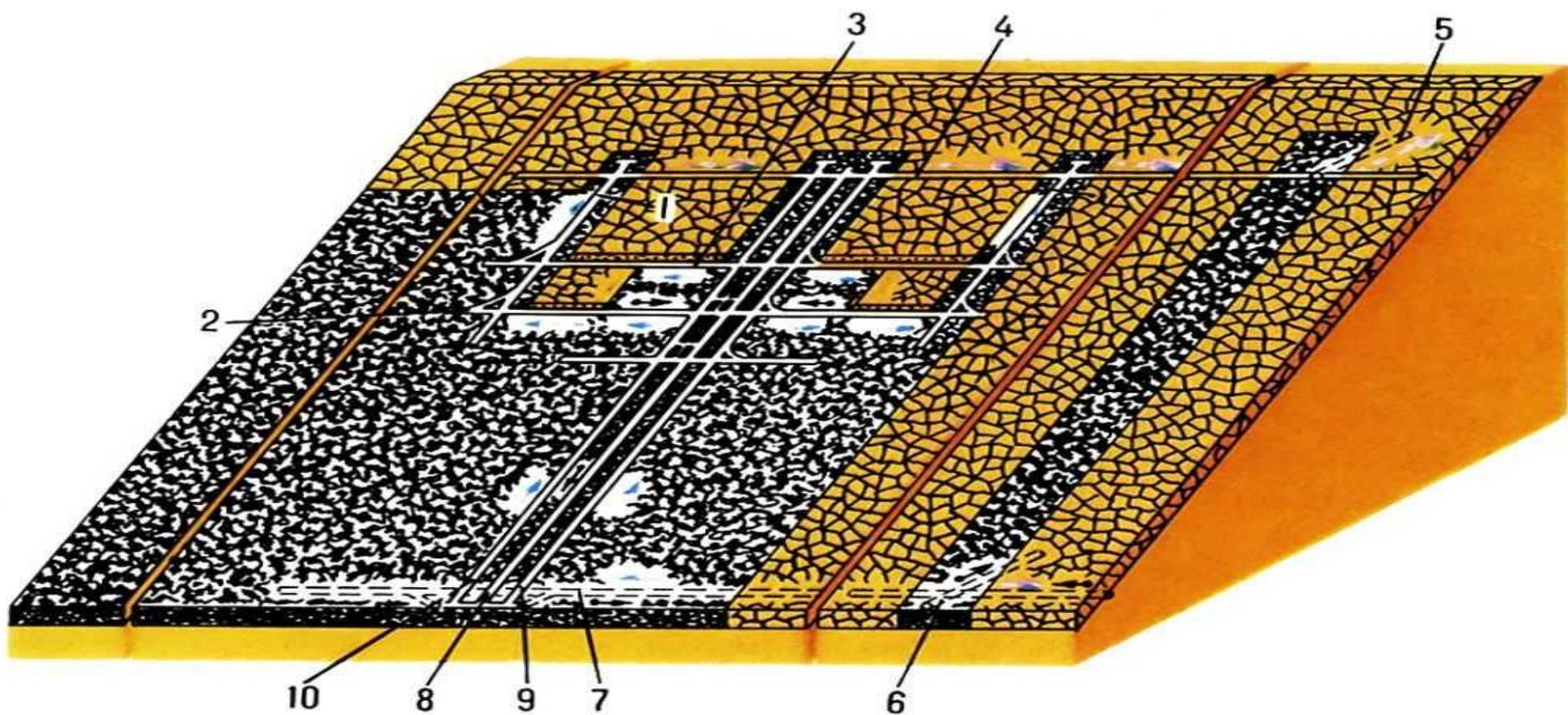
**1** - главный ствол; **2** - вентиляционный ствол; **3** - главный откаточный штрек; **4** - панельный бремсберг; **5** - ярусный откаточный штрек; **6** - ярусный вентиляционный штрек; **7** - монтажная камера; **8** - ярусы; **I-VI** - последовательность отработки панелей.



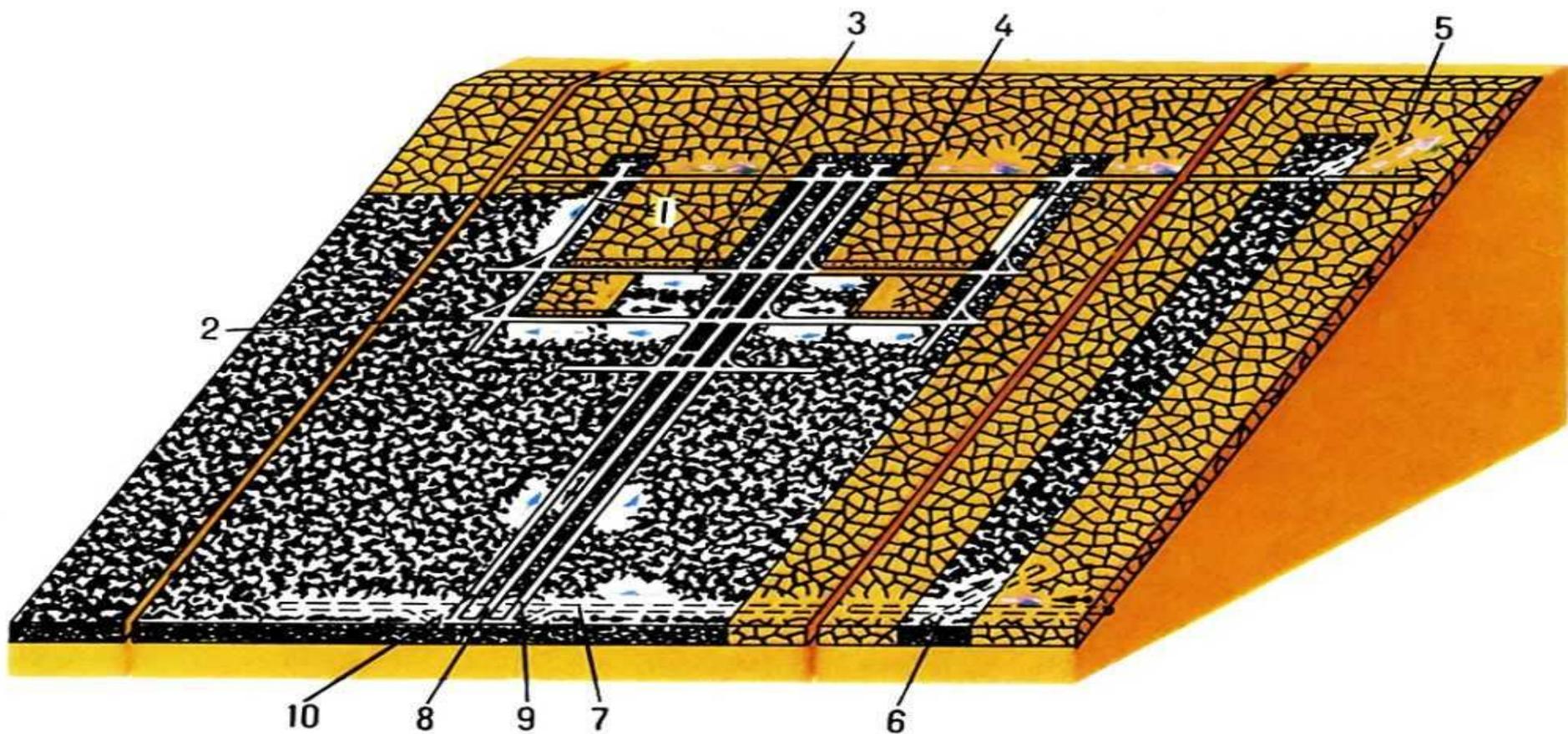
Этажный способ подготовки шахтного поля: 1 - вентиляционный пластовый штрек; 2 - конвейерный просек; 3 - очистной забой; 4 - вентиляционный штрек; 5 - бремсберг; 6 - ходок; 7 - сбойка с перемычкой; 8 - конвейерная печь; 9 - бутовая полоса



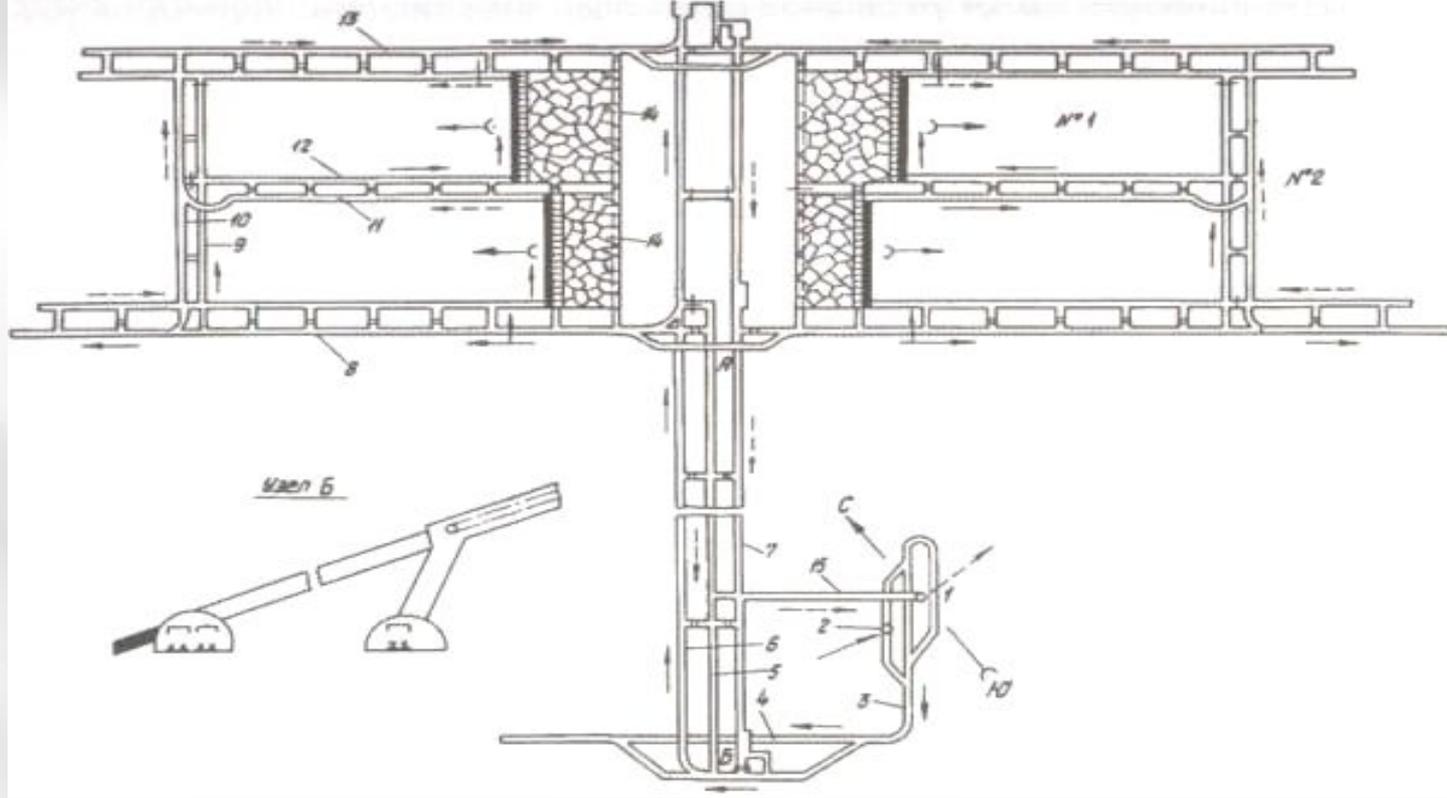
Этажный способ подготовки шахтного поля при разработке крутых пластов: 1 - вентиляционный пластовый штрек; 2 - промежуточный квершлаг; 3 - групповой этажный вентиляционный штрек; 4 - этажный вентиляционный квершлаг; 5 - этажный транспортный квершлаг; 6 - ходовая (вентиляционная) печь; 7 - групповой этажный транспортный штрек; 8 - транспортный пластовый штрек



Панельный способ подготовки тормозной части шахтного поля: 1 - фланговый ходок; 2 - ярусный транспортный штрек; 3 - ярусный вентиляционный штрек; 4 - главный вентиляционный штрек; 5 - главный вентиляционный квершлаг; 6 - главный транспортный квершлаг; 7 - главный транспортный штрек; 8 - конвейерный бремсберг; 9 - людской ходок; 10 - вспомогательный ходок



Погоризонтный способ подготовки бремсберговой части шахтного поля при отработке пласта лавами по падению: 1 - монтажный штрек; 2 - конвейерный бремсберг; 3 - вентиляционный бремсберг; 4 - главный вентиляционный штрек; 5 - главный вентиляционный квершлаг; 6 - главный транспортный квершлаг; 7 - главный транспортный штрек; 8 - демонстрационная камера.



**Схема этажной подготовки бремсбергового горизонта шахтного поля:**

**1,2 - главные стволы; 3 - квершлаг; 4 - откаточный штрек; 5 - бремсберг; 6, 7 - ходки; 8 - этажный откаточный штрек; 9 - промежуточный передний бремсберг; 10 - ходок; 11 - вентиляционный штрек; 12 - транспортный штрек; 13 - этажный вентиляционный штрек; 14 - разрезные печи; 15 - вентиляционная сбойка**

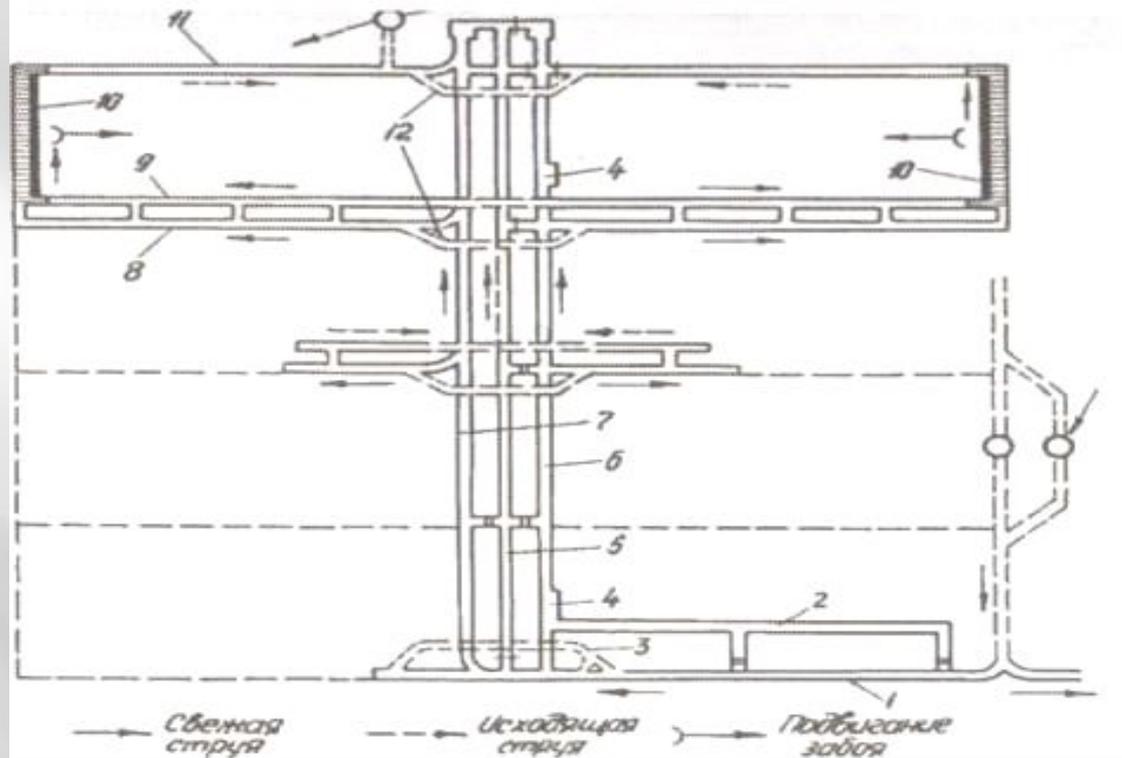
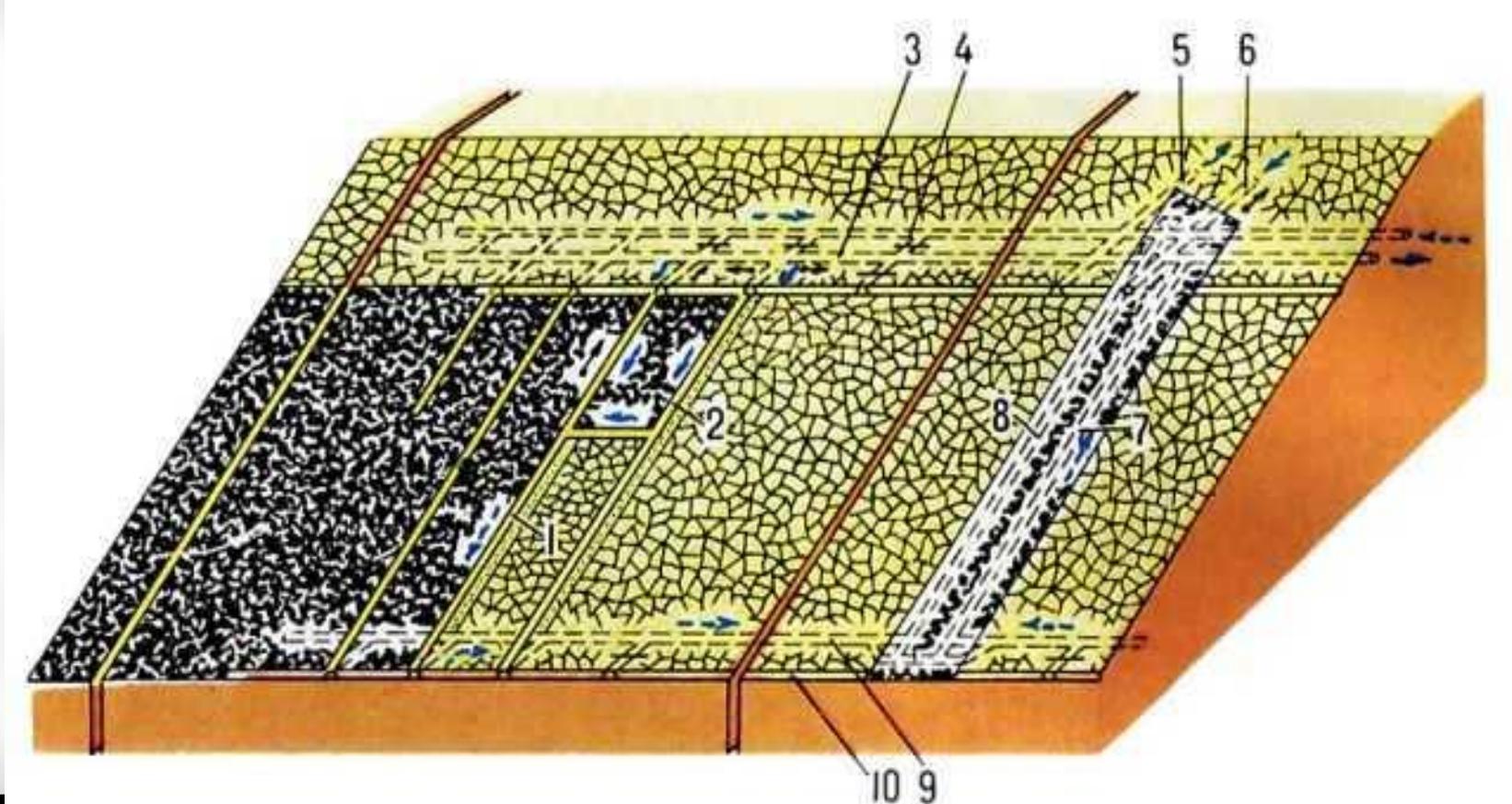
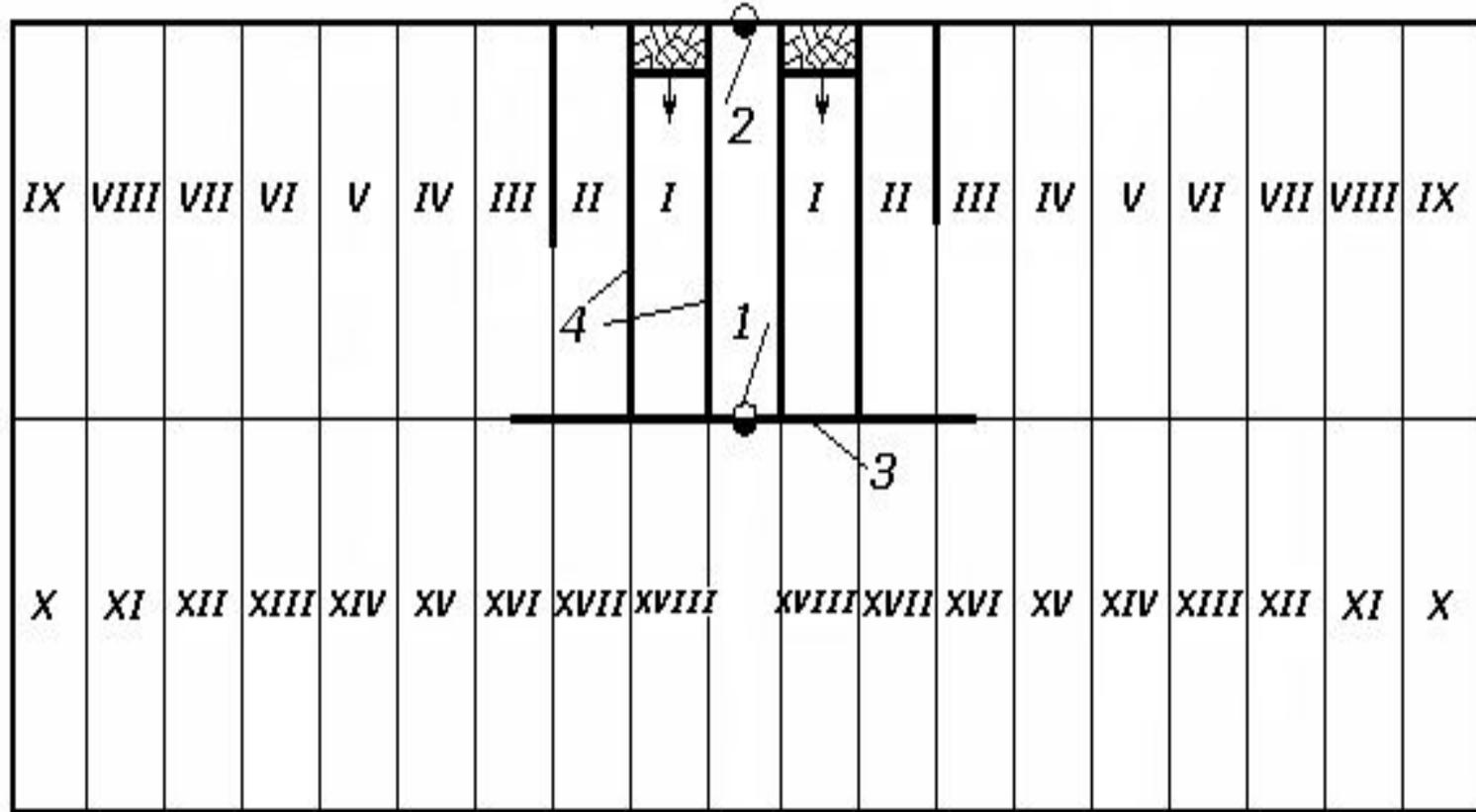


Схема подготовки бремсберговой панели (проекция на плоскость пласта):

1, 2, 11 - соответственно откаточный, параллельный и вентиляционный штреки; 3 - нижняя приемно-отправительная площадка; 4 - посадочные площадки; 5 - бремсберг; 6 - людской ходок; 7 - грузовой ходок; 8, 9 - вспомогательный и конвейерный ярусные штреки; 10 - разрезные печи; 12 - промежуточная и верхняя приемно-отправительные площадки; 13 - шурф



Погоризонтный способ подготовки уклонной части шахтного поля при отработке пласта лавами по восстанию: 1 - конвейерный уклон; 2 - вентиляционный уклон; 3 - главный транспортный штрек; 4 - главный вентиляционный штрек; 5 - главный вентиляционный квершлаг; 6 - главный транспортный квершлаг; 7 - вспомогательный ходок; 8 - людской ходок; 9 - дренажный штрек; 10 - монтажный штрек



Деление шахтного поля на полосы вытянутые по восстанию или падению :

1 - главный ствол; 2 - вентиляционный ствол; 3 - главный откаточный штрек; 4 - транспортный и вентиляционный бремсберги; I-XVIII - последовательность отработки полос.

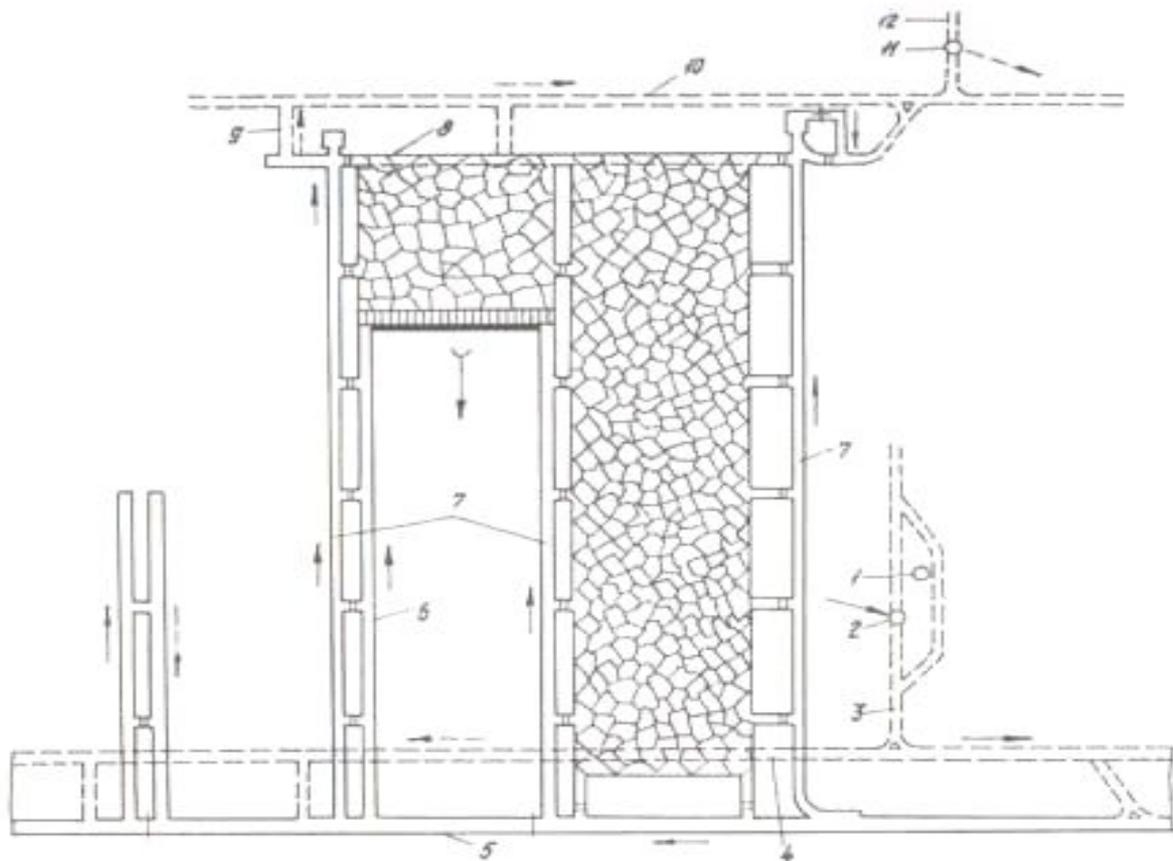


Схема погоризонтной подготовки шахтного поля с выемочными столбами по восстанию пласта

1,2 - стволы; 3 - квершлаг; 4 - полевой штрек; 5 - пластовый штрек; 6 - конвейерный бремсберг; 7 - вентиляционные ходки; 8 - разрезная печь; 9 - квершлаг; 10 - полевой вентиляционный штрек; 11 - вентиляционный ствол; 12 - вентиляционный квершлаг

## Системы разработки пластовых месторождений



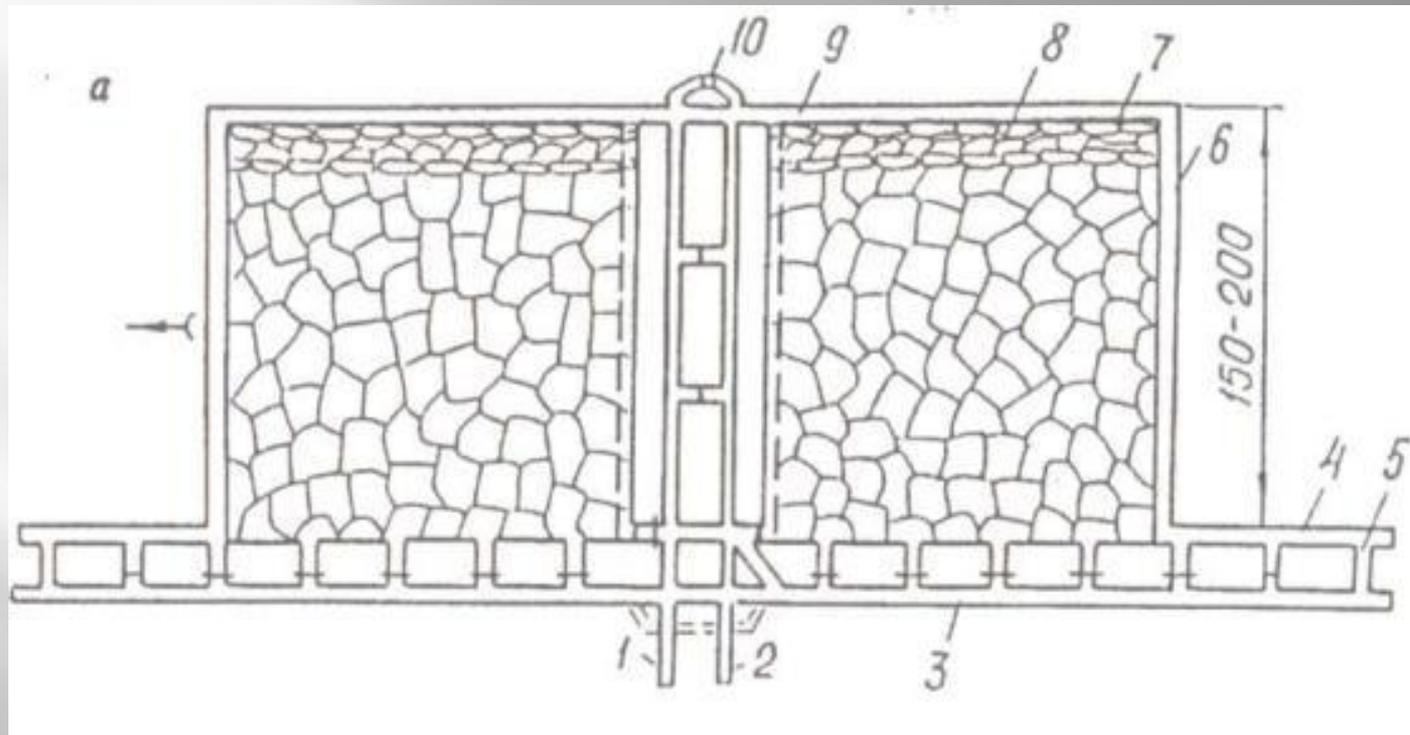
## Сплошная система разработки

Сплошная система разработки характеризуется одновременным ведением подготовительных и очистных работ в выемочном поле. Забои откаточного (конвейерного) и вентиляционного штреков, формирующих выемочное поле, движутся в том же направлении, что и очистной забой.

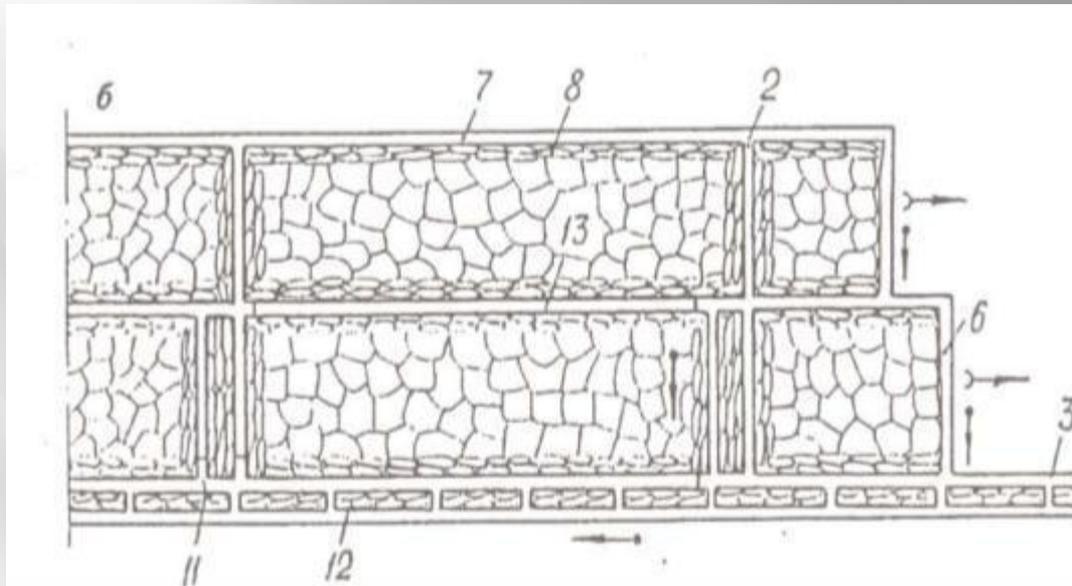
В зависимости от наклонной высоты этажа (яруса) в нем может размещаться один, два или три очистных забоя.

Достоинствами сплошной системы разработки являются быстрый ввод в эксплуатацию очистных забоев и возможность размещения в шахте пустой породы, получаемой при проведении подготовительных выработок.

Основные недостатки: сложность совмещения подготовительных и очистных работ в одном выемочном поле; большие затраты на поддержание подготовительных выработок: отсутствие поразведки условий задегания



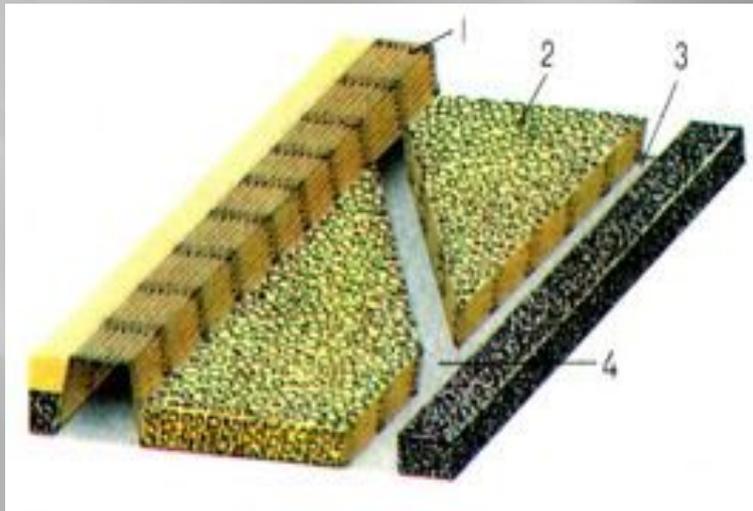
Сплошная система разработки пологих пластов: а — лава-этаж;  
1 — капитальный бремсберг; 2 — людской ходок; 3 — этажный откаточный штрек; 4 — просек; 5 — печь; 6 — очистной забой; 7 — этажный вентиляционный штрек; 8 — бутовая полоса; 9 — разрезная печь; 10 — шурф



**Сплошная система разработки пологих пластов: б — с разделением этажа на подэтажи**

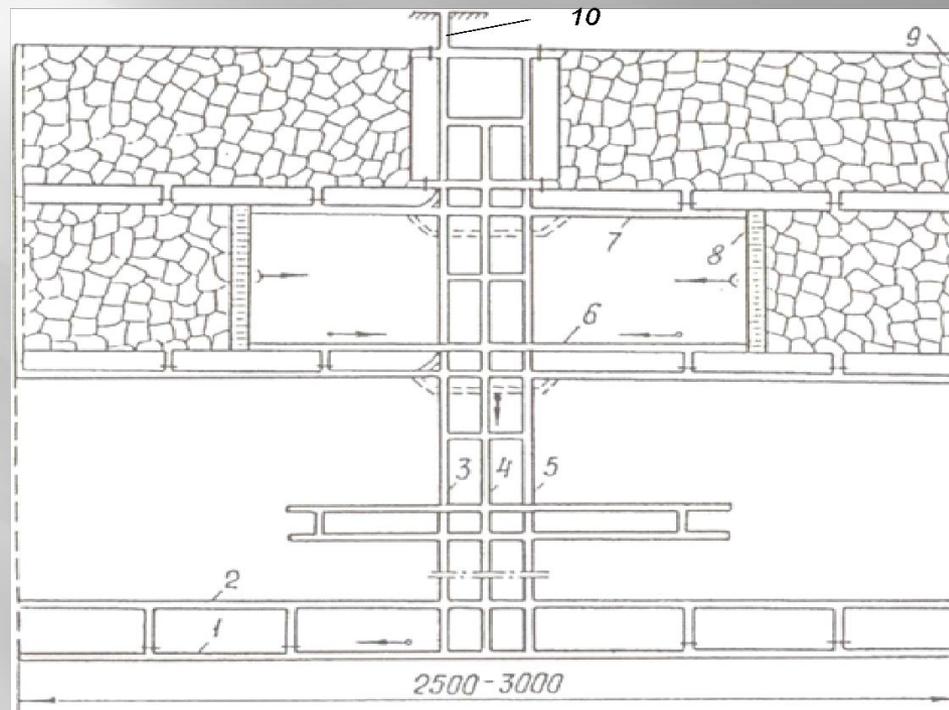
**1 — капитальный бремсберг; 2 — людской ходок; 3 — этажный откаточный штрек; 4 — просек; 5 — печь; 6 — очистной забой; 7 — этажный вентиляционный штрек; 8 — бутовая полоса; 9 — разрезная печь; 10 — шурф; 11 — участковый бремсберг; 12 — косовичник; 13 — промежуточный штрек**

Косовичник, косовичный просек (back entry) — подземная выработка, формируемая в расколке между угольным массивом (целиком) и полосой закладочного материала. Создаётся главным образом для проветривания забоя и сбора воды из горизонтальной или наклонной выработки (также для транспортирования угля и передвижения людей), проводимой широким забоем.

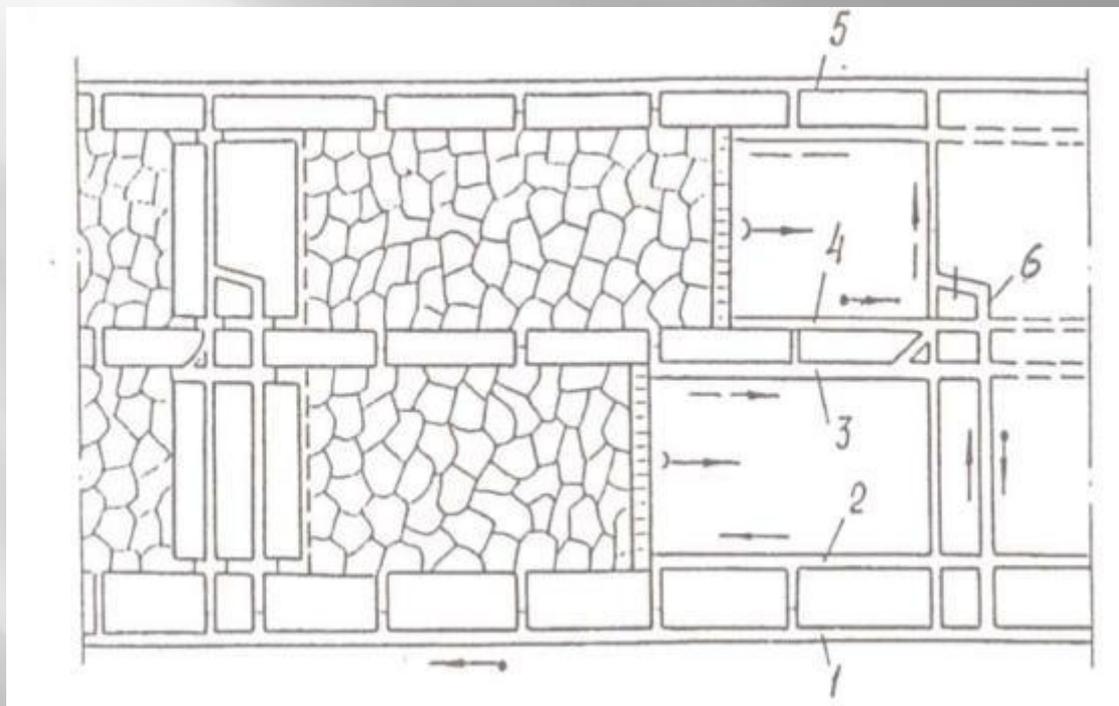


Столбовая система разработки – это такая система, при которой часть пласта в пределах этажа или яруса до начала очистных работ оконтуривается подготовительными выработками, ограничивая тем самым так называемый выемочный столб. В зависимости от ориентировки столба относительно элементов залегания пласта различают длинные столбы по простиранию, длинные столбы по падению (восстанию), диагональные столбы.

Наиболее распространенными являются разновидности системы разработки длинными столбами по простиранию: на пологих и наклонных пластах – лава-этаж или с разделением этажа на подэтажи при этажной подготовке, лава-ярус – при панельной подготовке; на крутонаклонных и крутых пластах – лава-этаж или с разделением этажа на подэтажи.



Система разработки длинными столбами по простиранию при панельной подготовке (лава-ярус): 1 – откаточный штрек; 2 – просек; 3 – путевой ходок; 4 – панельный бремсберг; 5 – людской ходок; 6 – ярусный конвейерный штрек; 7 – ярусный вентиляционный штрек; 8 – очистной забой; 9 – разрезная печь; 10 – шурф



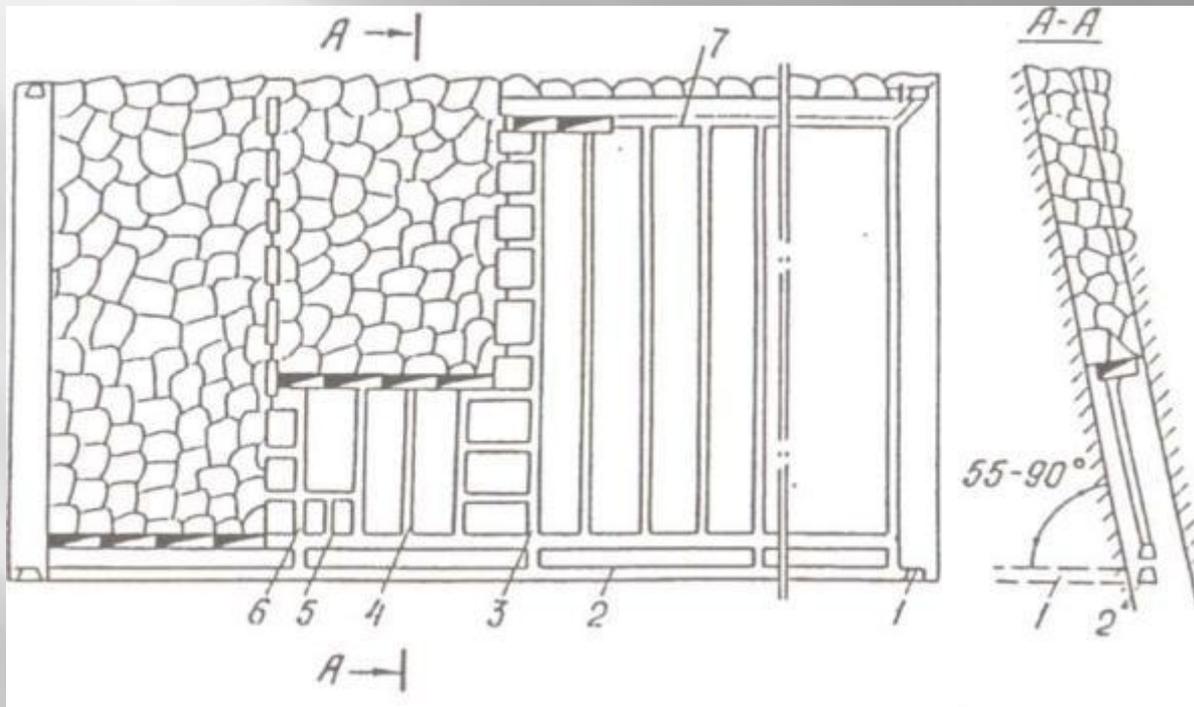
Система разработки длинными столбами по простиранию с разделением этажа на подэтажи:

1 — этажный откаточный штрек; 2 — просек; 3 — промежуточный вентиляционный штрек; 4 — промежуточный конвейерный штрек; 5 — этажный вентиляционный штрек; 6 — участковый бремсберг

## Щитовая система разработки

Разновидностью столбовой системы является щитовая система разработки, применяемая преимущественно на мощных крутых пластах. Она представляет собой систему длинных столбов по простиранию с выемкой пласта на полную мощность полосами по падению под перекрытием специальной щитовой крепи конструкции Н.А. Чинакала.

Подготовка выемочного поля заключается в проведении этажных откаточного и вентиляционного штреков от промежуточных квершлагов до его границ. Выемочное поле, отрабатываемое в направлении к промежуточному квершлагу, разделяют на выемочные щитовые столбы шириной 24–30 м с оставлением между ними целика шириной 2 м.



*Щитовая система разработки:*

1 – промежуточный квершлаг; 2 – откаточный штрек; 3 – ходовая печь; 4 – углеспускная печь; 5 – специальная вентиляционная печь; 6 – вентиляционная печь (запасной выход); 7 – вентиляционный штрек

Системы разработки с короткими очистными забоями

К системам разработки с короткими очистными забоями относятся системы, длина очистных забоев которых не превышает 20 м. К коротким очистным забоям относятся камеры и заходки. В таких забоях все процессы очистной выемки упрощаются. Но для них характерен более высокий уровень потерь полезного ископаемого. Системы разработки этой группы могут применяться на пластах средней мощности и мощных при любых углах падения. Имеют ограниченное применение, главным образом, на участках с большим количеством тектонических нарушений, при доработке участков там, где невозможно эффективно использовать современные высокопроизводительные механизированные комплексы.

Системы разработки с короткими очистными забоями весьма разнообразны. Основными из них являются: камерная и камерно-столбовая система разработки; система разработки короткими столбами и заходками; камерная система разработки с отбойкой из податанных штреков

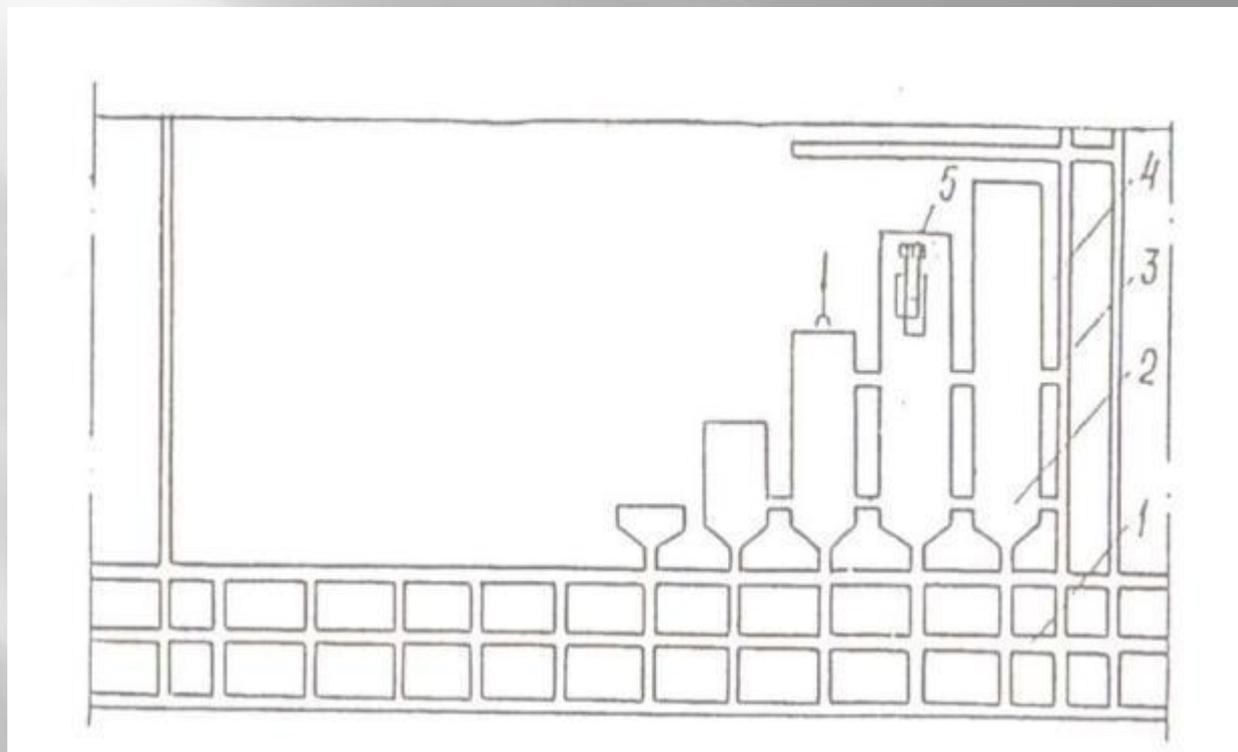
Одной из распространенных систем является *камерная система разработки*

Выемка угля в камере начинается с проходки горловины длиной 3–5 м и шириной 2 м. Затем ее расширяют до размеров ширины камеры, равной 4–12 м, образуя короткий очистной забой. Забой подвигают по восстанию пласта или диагонально до границ шахтного поля или панели. Длина камер достигает 200–250 м. Между смежными камерами оставляются целики шириной 3–5 м. Обычно забои смежных камер работают с некоторым опережением относительно друг друга.

Проходка выработок и выемка угля в камере осуществляются проходческими комбайнами или БВР. Для крепления в камерах применяют анкерную крепь. При благоприятном соотношении ширины камеры и междукammerного целика возможно полное отсутствие крепи

**Управление кровлей – удержание на целиках. Доставка угля в камере осуществляется самоходными вагонетками или конвейерами. Для проветривания камер в междукамерных целиках образуют вентиляционные сбойки.**

**В таком виде камерную систему разработки применяют на пластах мощностью 1,5–3,5 м с углом падения до 10°. В отдельных случаях после отработки двух смежных камер обратным ходом осуществляют частичное погашение междукамерного целика. Такой вариант представляет собой разновидность камерно-столбовой системы разработки.**



*Камерная система разработки:*

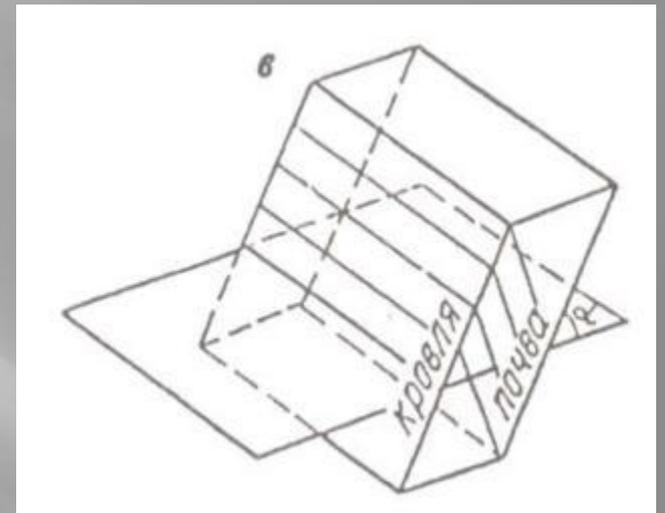
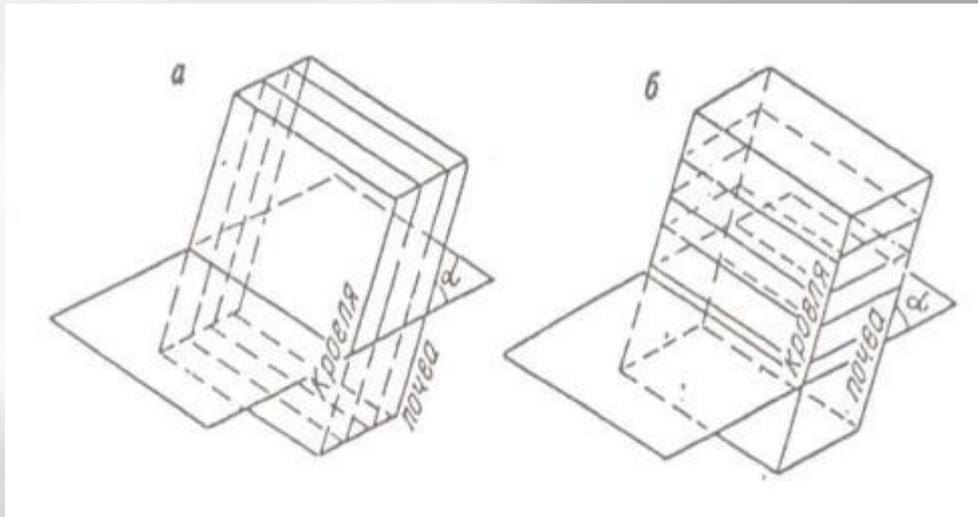
**1 — главный откаточный штрек; 2 — камера; 3 — вентиляционная сбойка; 4 — междукammerный целик; 5 — очистной комбайн**

## *Слоевые системы разработки*

Мощные угольные пласты в некоторых горно-геологических условиях не представляется возможным отрабатывать на полную мощность. Их отработку осуществляют отдельными частями – слоями.

Слой – ограниченная двумя параллельными плоскостями часть мощного угольного пласта, отрабатываемая как пласт средней мощности.

Условные плоскости, разделяющие пласт на слои, могут располагаться параллельно кровле и почве, горизонтально или наклонно к плоскости напластования. В зависимости от этого различают деление мощных пластов на наклонные, горизонтальные и поперечно-наклонные слои.



Схемы деления мощного пласта на наклонные (а), горизонтальные (б) и поперечно-наклонные (в) слои

# Системы разработки рудных месторождений

## *Сплошная система разработки*

Сущность системы заключается в выемке руды по всей ширине панели на всю мощность рудного тела. Очистное пространство панели ограждают с четырех сторон панельными (барьерными) целиками, а кровлю поддерживают опорными целиками, оставляемыми в очистном пространстве.

Условия применения системы следующие: устойчивые руды и породы; мощность рудного тела от 1 до 25 м; угол падения от 0 до 10° (при использовании самоходного оборудования) от 0 до 40° (при применении переносного оборудования); ценность руд средняя вследствие больших потерь в целиках, которые, как правило, не извлекают; содержание металлов в руде должно быть примерно постоянным.

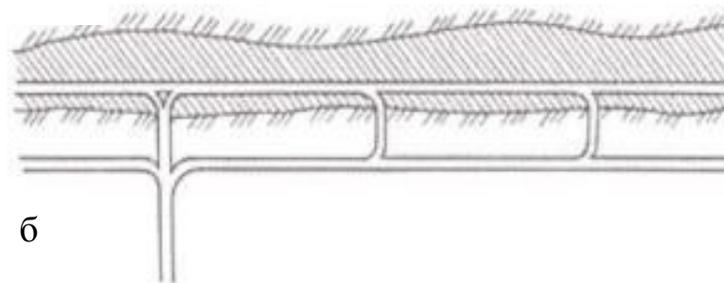
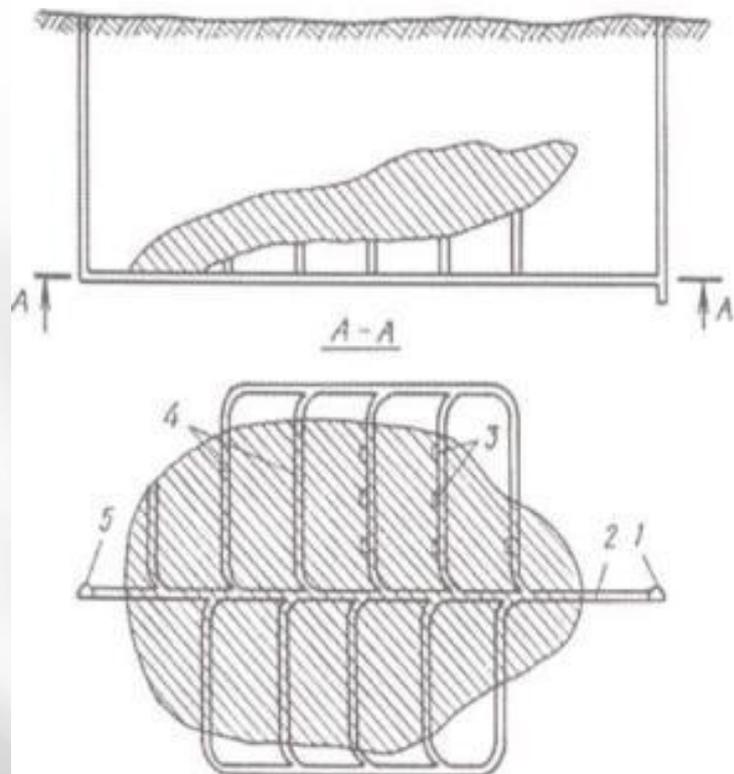
## Способы подготовки рудных месторождений, этажная, блочная и концентрационная подготовка

Панельную подготовку применяют при разработке горизонтальных и пологих залежей, этажную подготовку - при разработке наклонных и крутых залежей. Этажи и панели дополнительно делят на блоки, представляющие собой самостоятельные объекты производства добычных работ.

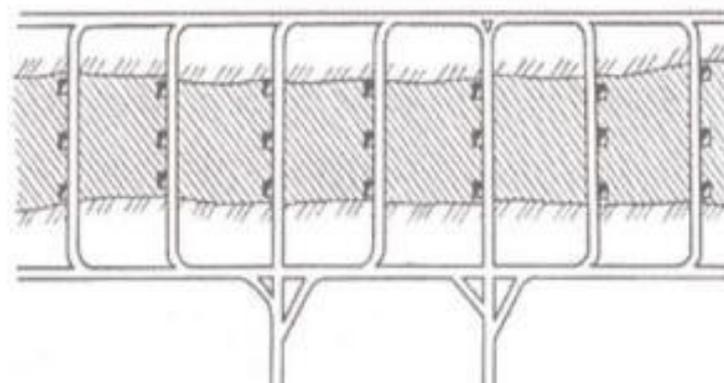
В пределах блока проводят весь комплекс подготовительно-нарезных выработок, включающий в себя штреки, орты, восстающие, сбойки и другие выработки. Размеры блоков по простиранию обычно составляет 40-60 м, высота блока соответствует высоте этажа или мощности рудной залежи

I

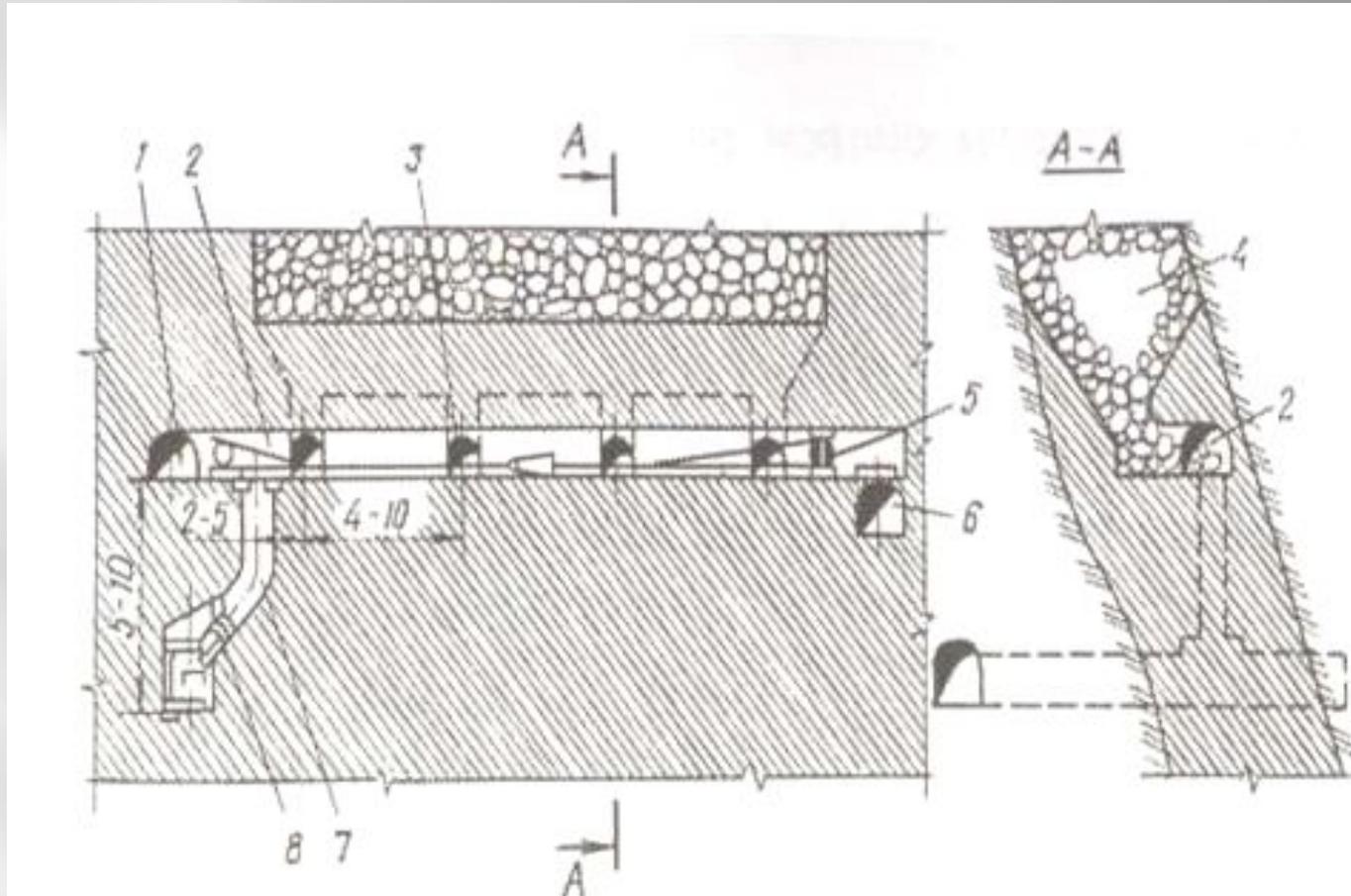
II



б



Схемы подготовки пологой (I) и крутопадающей (II) рудных залежей:  
 а - рудным и полевым штреками; б - штреками и ортами;  
 1 - главный ствол; 2 - главный откаточный штрек; 3 - рудоспуски; 4 - орты; 5 - вспомогательный ствол



**Горизонт скреперования:**

**1 - орт; 2 - скреперный штрек; 3 - выпускная воронка; 4 - траншея; 5 - концевой шкив скреперной лебедки; 6 - вентиляционный орт; 7 - рудоспуск; 8 - люк для погрузки руды в вагонетки**

## Полевая подготовка

Полевую подготовку используют при выемке руды с обрушением налегающих пород

*Достоинствами* этой подготовки являются:

- размещение подготовительных выработок на удалении от очистных работ и вследствие этого лучшая их сохранность;

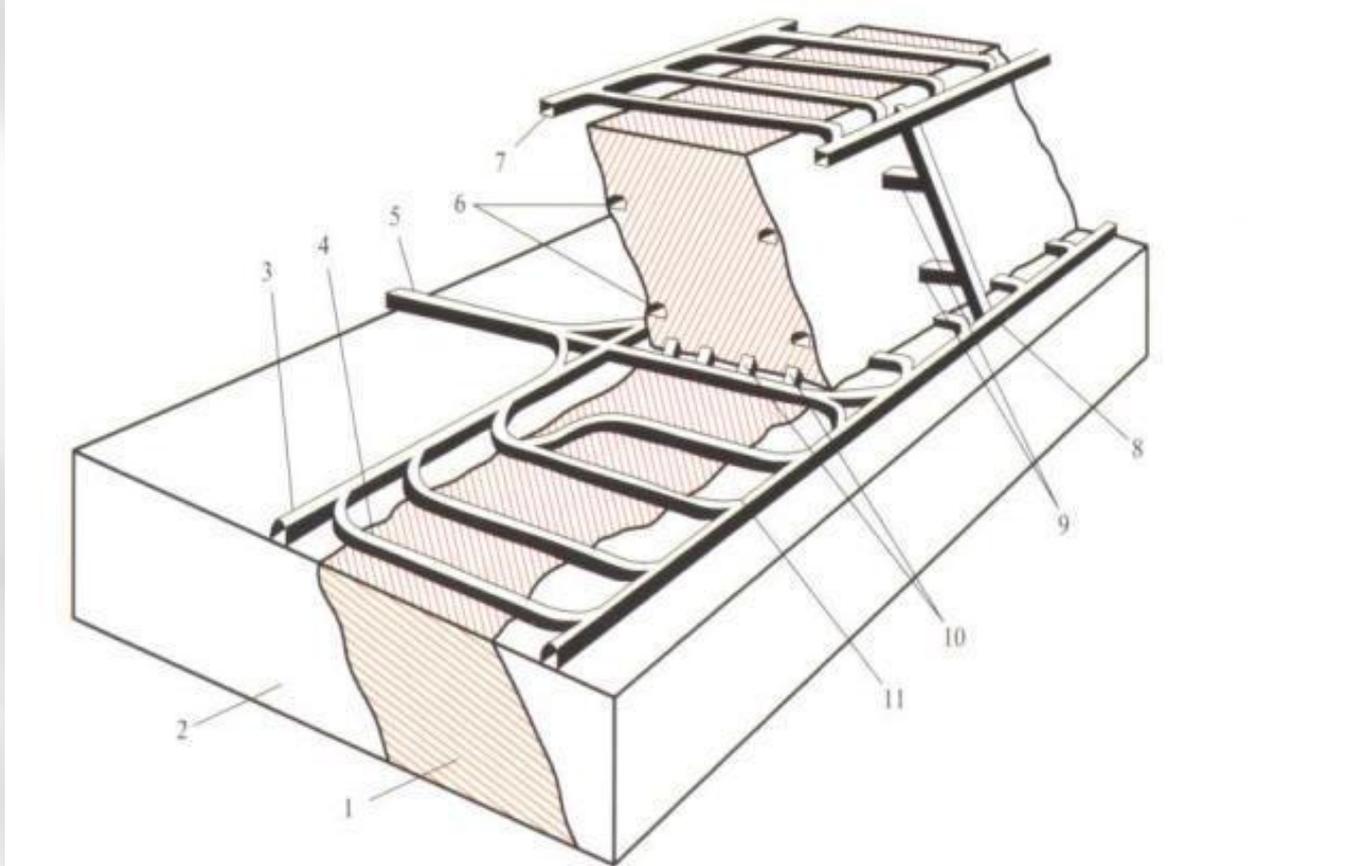
- меньшие потери руды в целиках;

- более прямолинейная трассировка выработок, обеспечивающая сравнительно быстрое движение транспорта.

*К недостаткам* полевой подготовки можно отнести:

- большой общий объем подготовки из-за наличия подходных выработок к рудному телу;

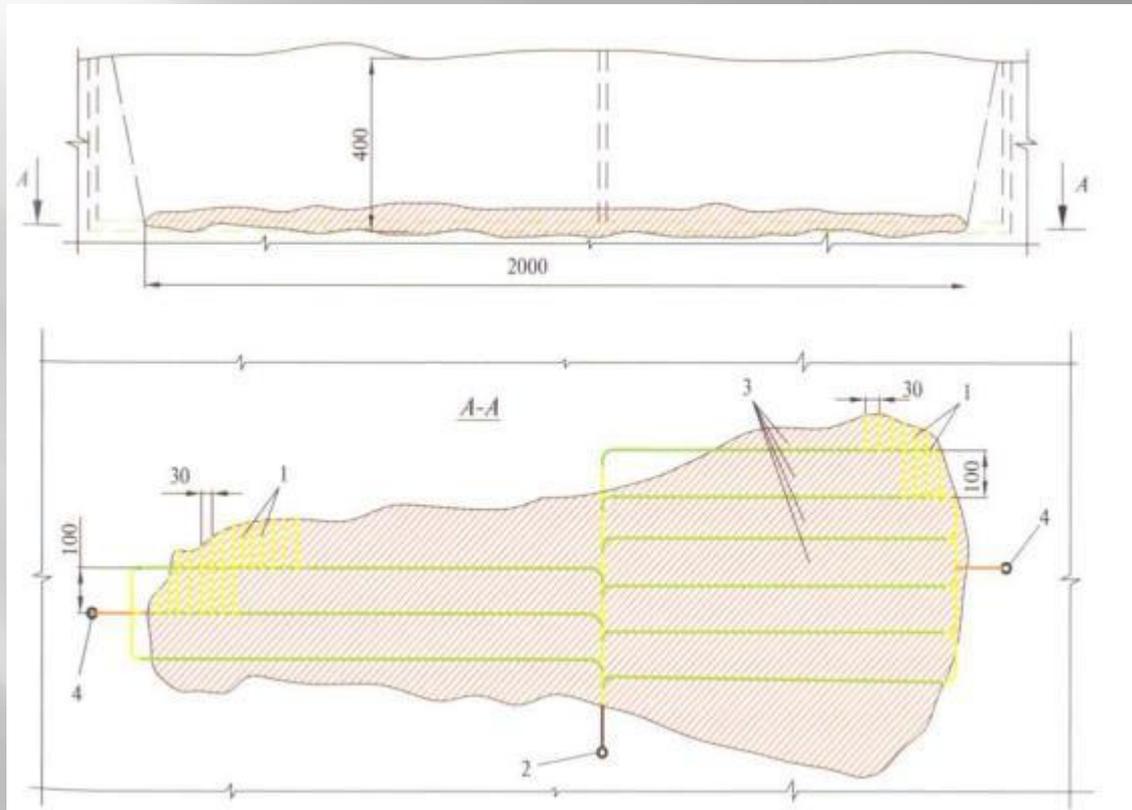
- увеличение затрат на проведение выработок из-за отсутствия в них попутной добычи руды.



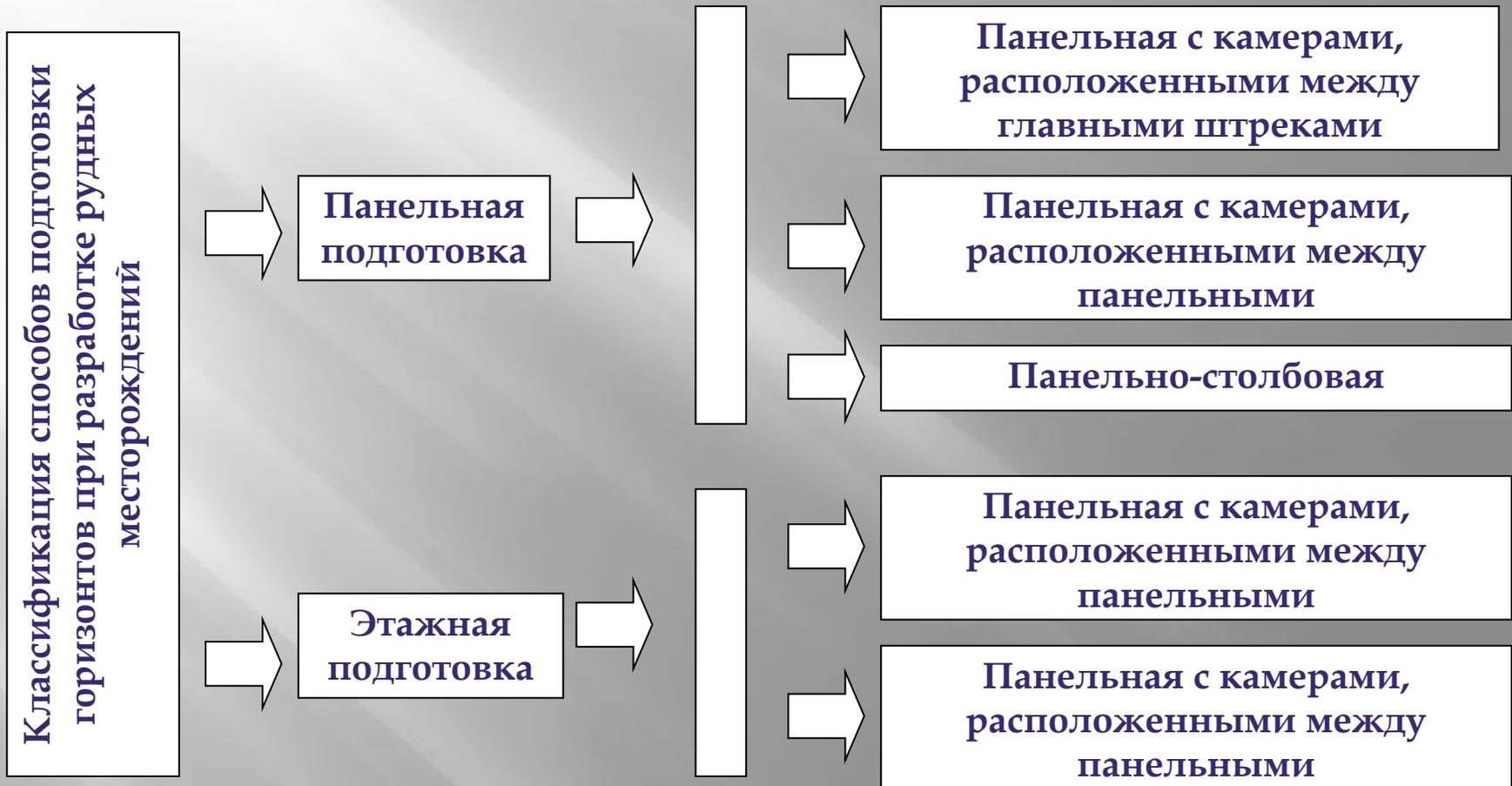
**Схема полевой подготовки рудной залежи:**  
1 - рудное тело; 2 - породы лежачего бока; 3 - штрек лежачего бока; 4 - погрузочный орт; 5 - этажный вскрывающий квершлаг; 6 - буровые подэтажи; 7 - выработка вентиляционного горизонта; 8 - блоковый восстающий; 9 - сбойки восстающего с подэтажами; 10 - пункты погрузки; 11 - штрек висячего бока

## Комбинированная подготовка

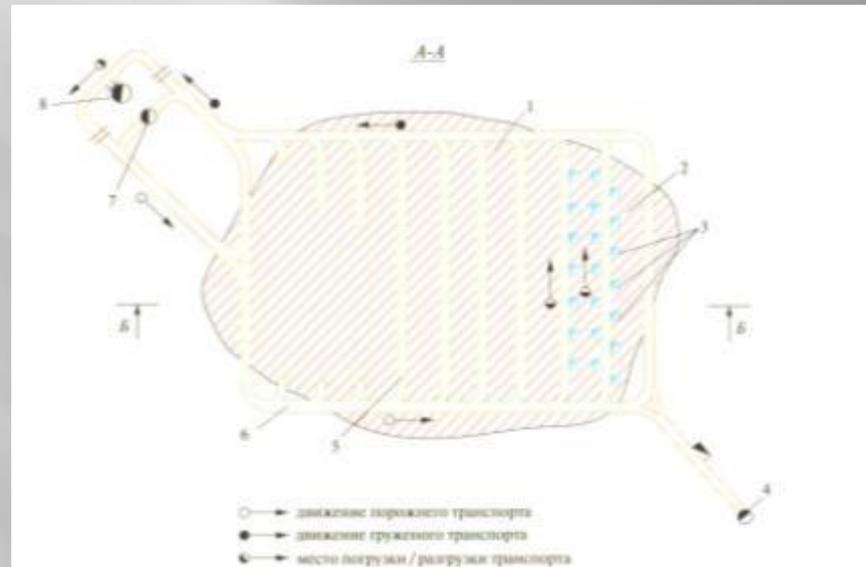
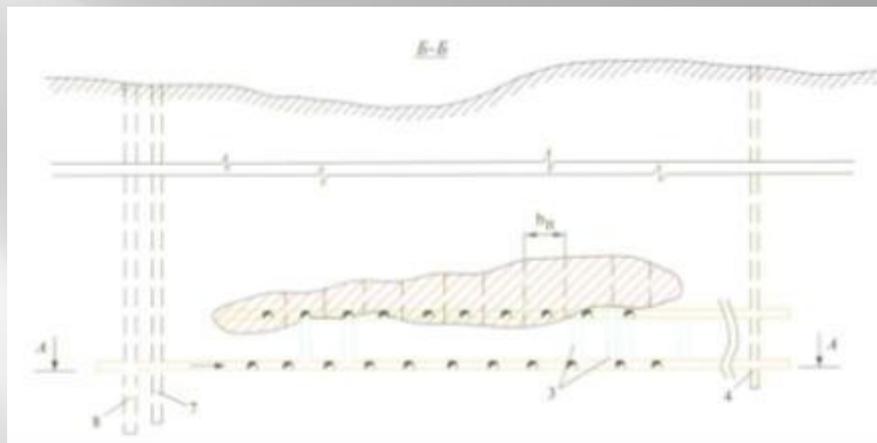
Комбинированная подготовка наиболее распространена при разработке месторождений вследствие своей гибкости по сравнению с рудной и полевой. Комбинированная подготовка заключается в проведении двух полевых штреков: одного в лежащем боку, другого – в висячем, соединенных между собой ортами



Деление горизонтального пластового месторождения на панели и столбы:  
1-орты; 2-главный ствол; 3-панели; 4-вентиляционные стволы. (А-А сечение по линии разреза А-А)

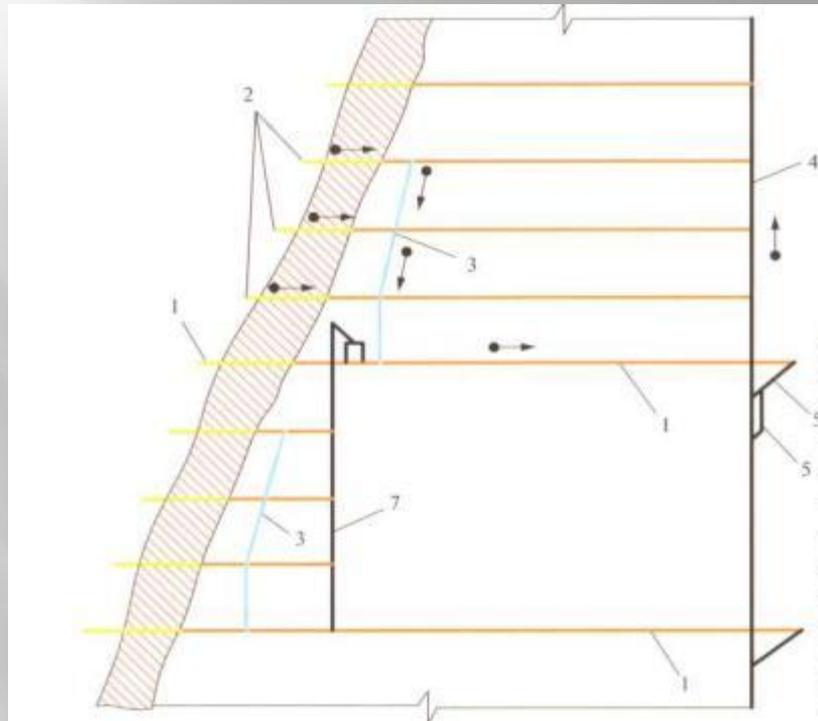


Классификация способов подготовки горизонтов при разработке рудных месторождений



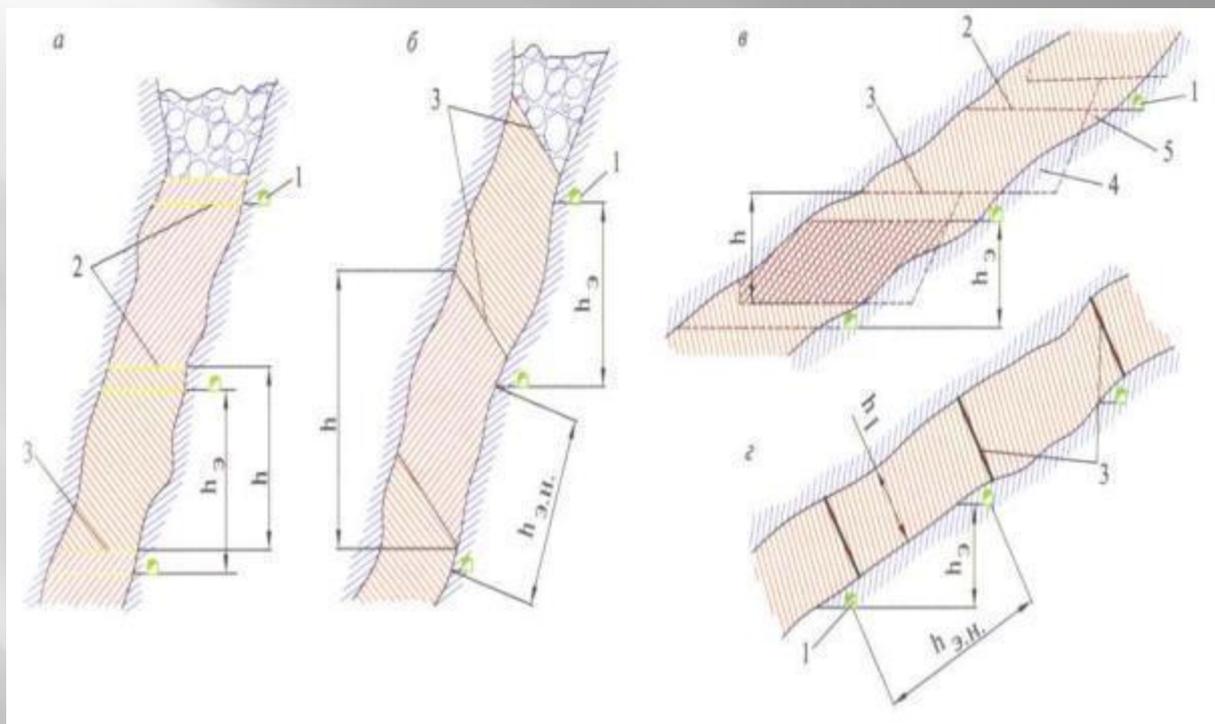
*Схема деления пологой залежи на панели и блоки:*

**1-панель; 2-блок; 3-блоковые восстающие и рудоспуски; 4-вентиляционный ствол; 5-панельный откаточный штрек; 6-главный откаточный штрек; 7-вспомогательный ствол; 8-рудоподъемный ствол;  $b_{п}$  - ширина панели, (А-А сечение по линии разреза А-А, Б-Б сечение по линии разреза Б-Б )**



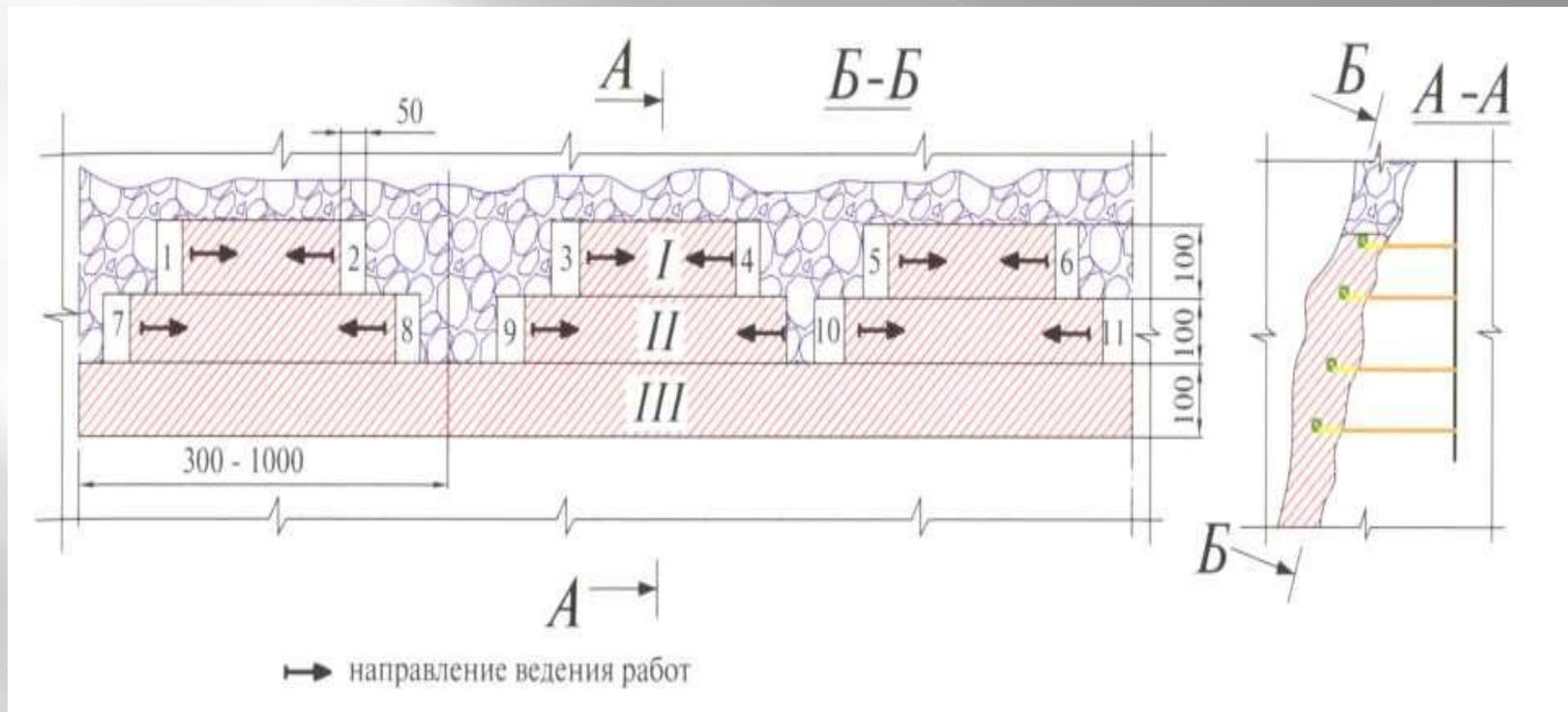
*Схема вскрытия и подготовки рудных месторождений с концентрационными горизонтами:*

**1-концентрационные горизонты; 2-промежуточные горизонты; 3-рудоспуски; 4-рудоподъемный ствол; 5-бункер; 6-дозатор; 7-вспомогательный слепой ствол для обслуживания промежуточных горизонтов**



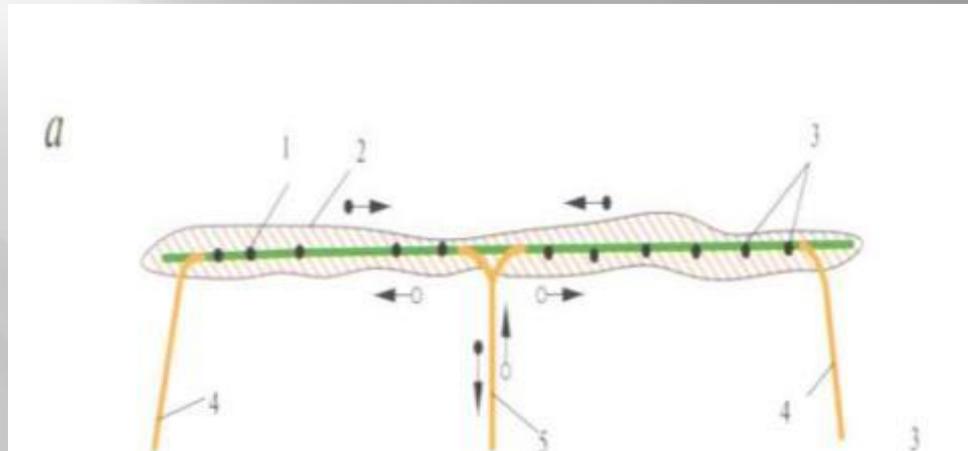
*Схема деления крутых и наклонных залежей на этажи:*

1-откаточный штрек; 2-откаточные горизонты; 3-граница очистных блоков; 4-отрабатываемая пустая порода; 5-теряемый участок руды;  $h_э$  - высота этажа вертикальная;  $h_{э.н.}$  - высота этажа наклонная;  $h$  - высота блока по вертикали;  $h_1$  - высота блока по нормали к падению



*Порядок отработки блоков при ведении очистных работ на двух этажах:*

**1 – 11-блоки в стадии выемки руды; I – III-этажи (А-А сечение по линии разреза А-А, Б-Б сечение по линии разреза Б-Б )**

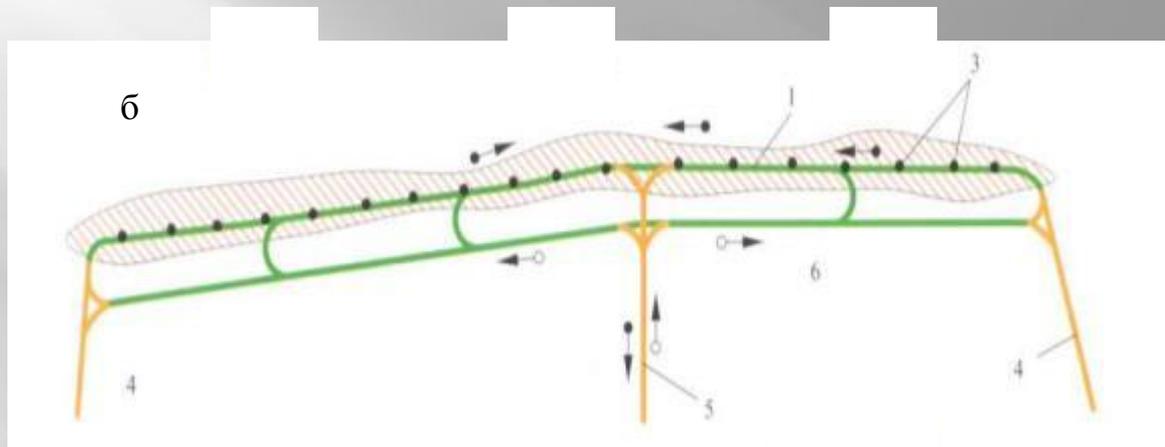


•→ направление движения порожнего транспорт

○→ направление движения груженого транспорта

### *Схемы подготовки откаточных горизонтов:*

**а-штрековая рудная подготовка с тупиковой схемой транспорта; 1-рудный штрек; 2-разминовка; 3-пункты погрузки в откаточные вагонетки; 4-квершлаг, ведущие к вентиляционному стволу; 5-квершлаг, ведущий к рудовыдачному стволу; 6-полевой штрек; 7-орт**

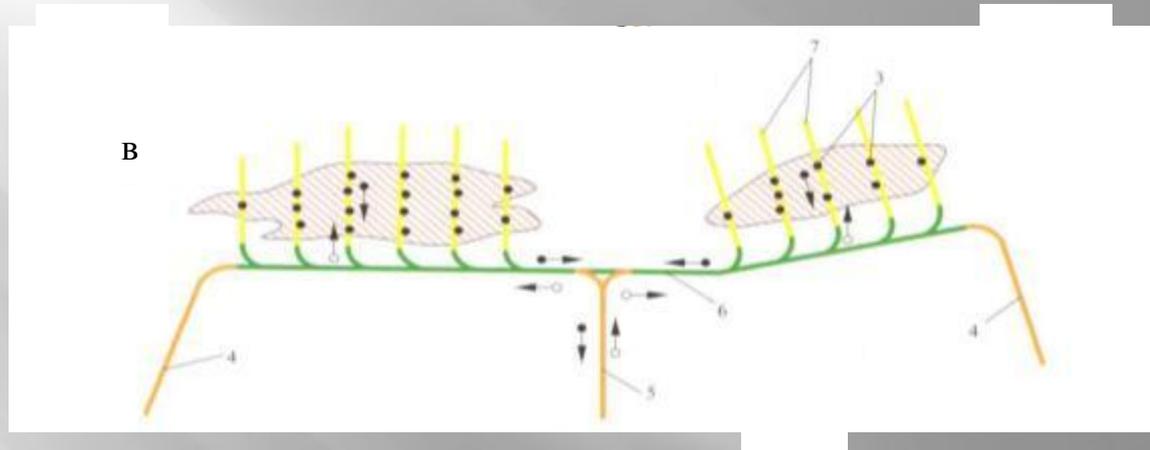


● → направление движения порожнего транспорт

○ → направление движения груженого транспорта

### *Схемы подготовки откаточных горизонтов:*

**б-штрековая комбинированная подготовка с кольцевой откаткой; 1-рудный штрек; 2-разминовка; 3-пункты погрузки в откаточные вагонетки; 4-квершлаг, ведущие к вентиляционному стволу; 5-квершлаг, ведущий к рудовыдачному стволу; 6-полевой штрек; 7-орт**

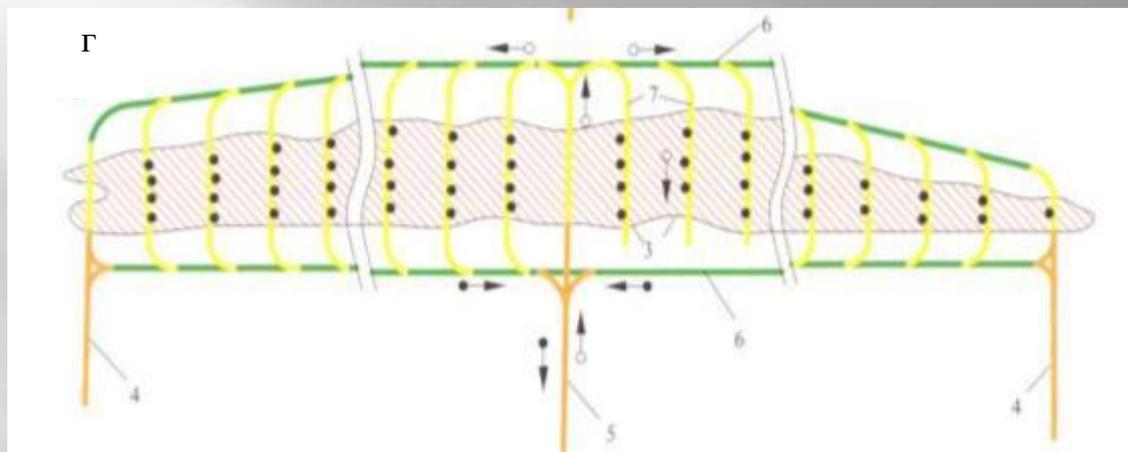


 направление движения порожнего транспорт

 направление движения груженого транспорта

### *Схемы подготовки откаточных горизонтов:*

**в** - ортовая подготовка с тупиковой схемой транспорта; 1-рудный штрек; 2-разминовка; 3-пункты погрузки в откаточные вагонетки; 4-квершлаг, ведущие к вентиляционному стволу; 5-квершлаг, ведущий к рудовыдачному стволу; 6-полевой штрек; 7-орт

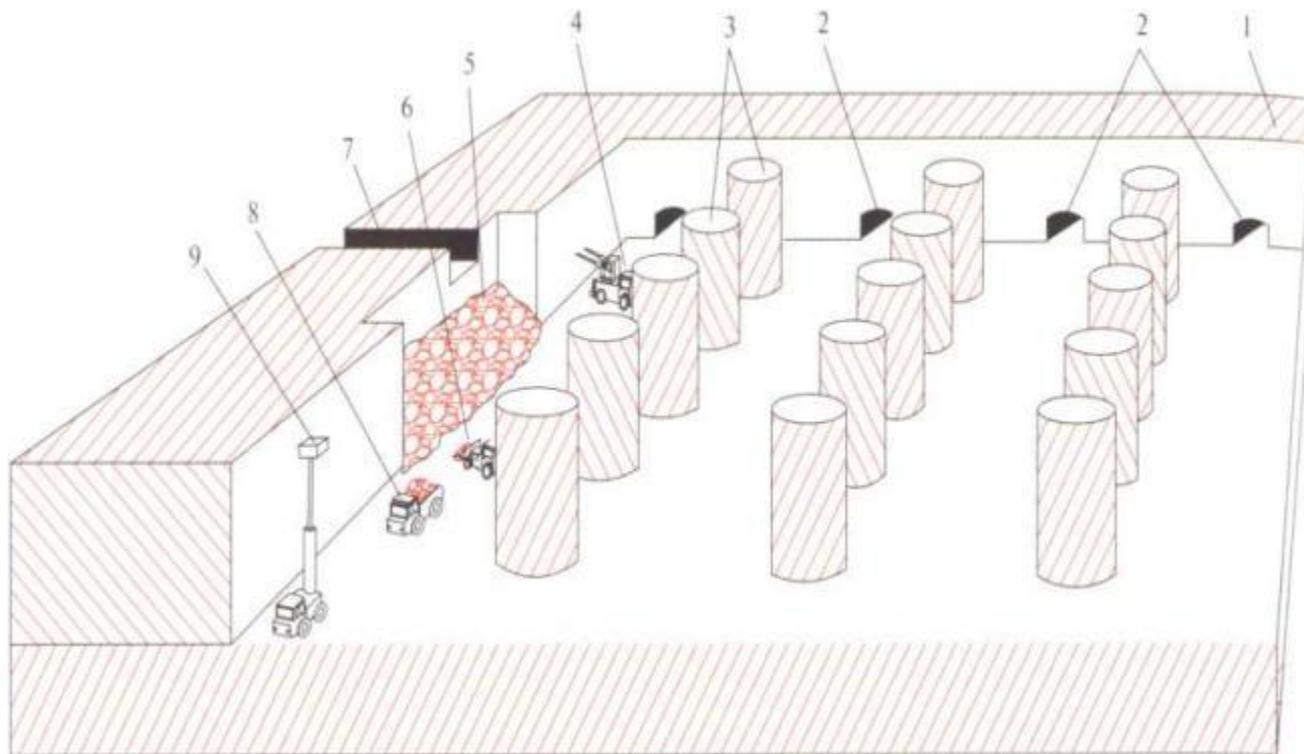


 направление движения порожнего транспорт

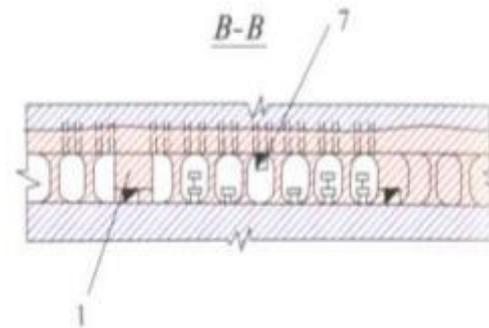
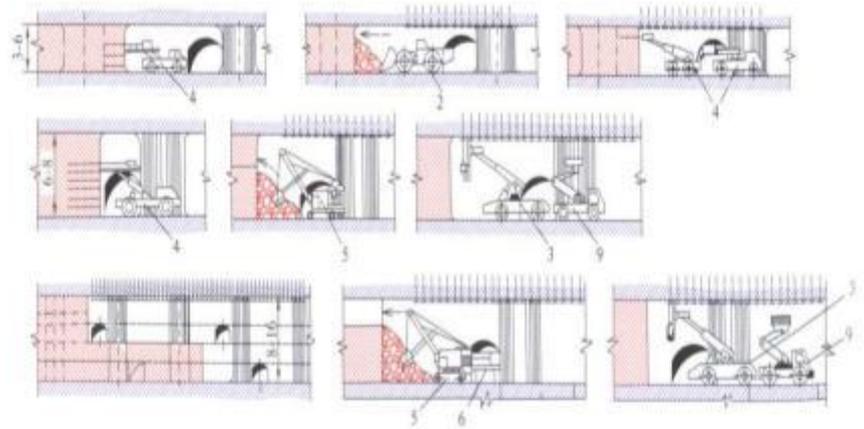
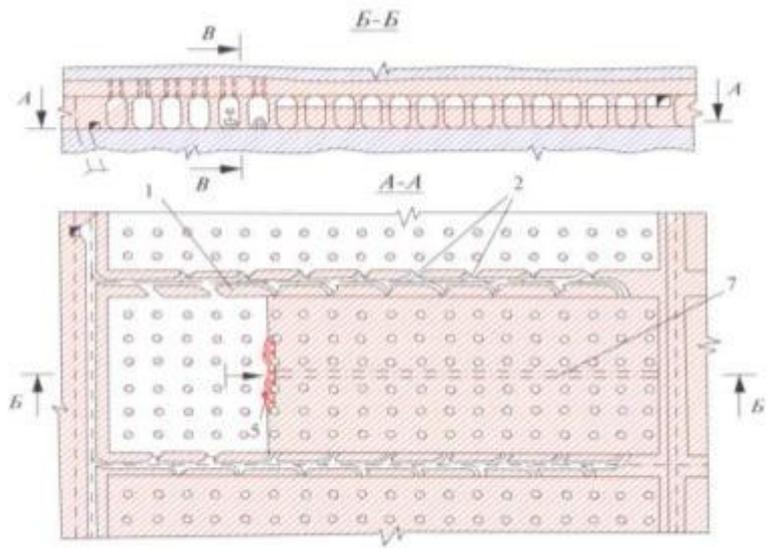
 направление движения груженого транспорта

### *Схемы подготовки откаточных горизонтов:*

г - ортовая подготовка с кольцевой откаткой; 1-рудный штрек; 2-разминовка; 3-пункты погрузки в откаточные вагонетки; 4-квершлаг, ведущие к вентиляционному стволу; 5-квершлаг, ведущий к рудовыдачному стволу; 6-полевой штрек; 7-орт



1-панельный целик; 2- сбойки с панельным штреком; 3-опорные целики; 4-самоходная бурильная установка; 5-навал отбитой руды; 6-экскаватор; 7-вентиляционный панельный штрек; 8-автосамосвал; 9-машина для сборки и крепления кровли (А-А сечение пласта по линии А-А, Б-Б сечение пласта по линии Б-Б, В-В сечение пласта по линии В-В, применительно к изометрии А-А - вид сверху, Б-Б - вид спереди, В-В - вид сбоку)



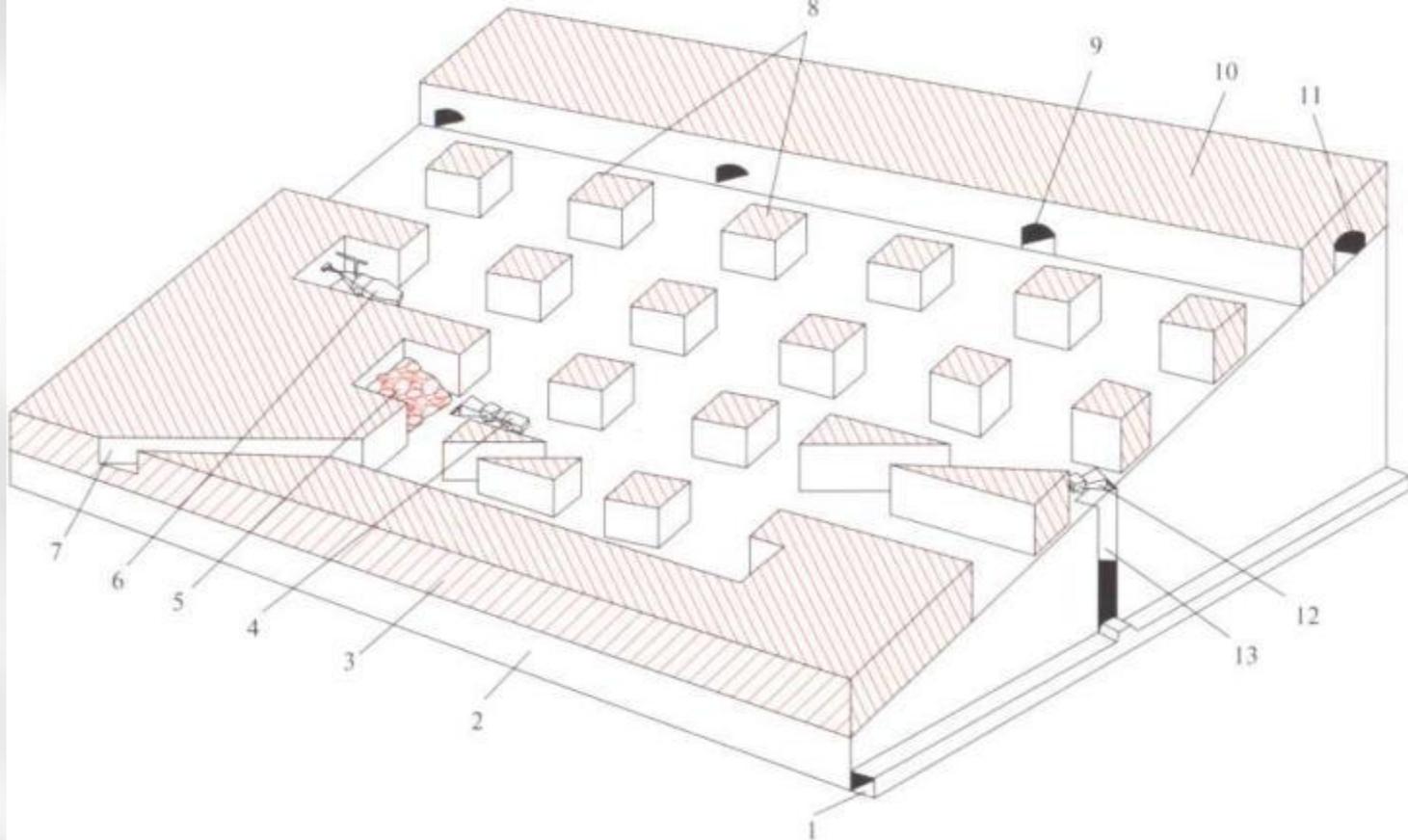
## Камерно-столбовая система разработки

Выемку панельных запасов руды при камерно-столбовой системе разработки осуществляют отдельными забоями в камерах. В каждой камере поочередно выполняют все основные производственные процессы. В остальном система схожа со *сплошной системой разработки*.

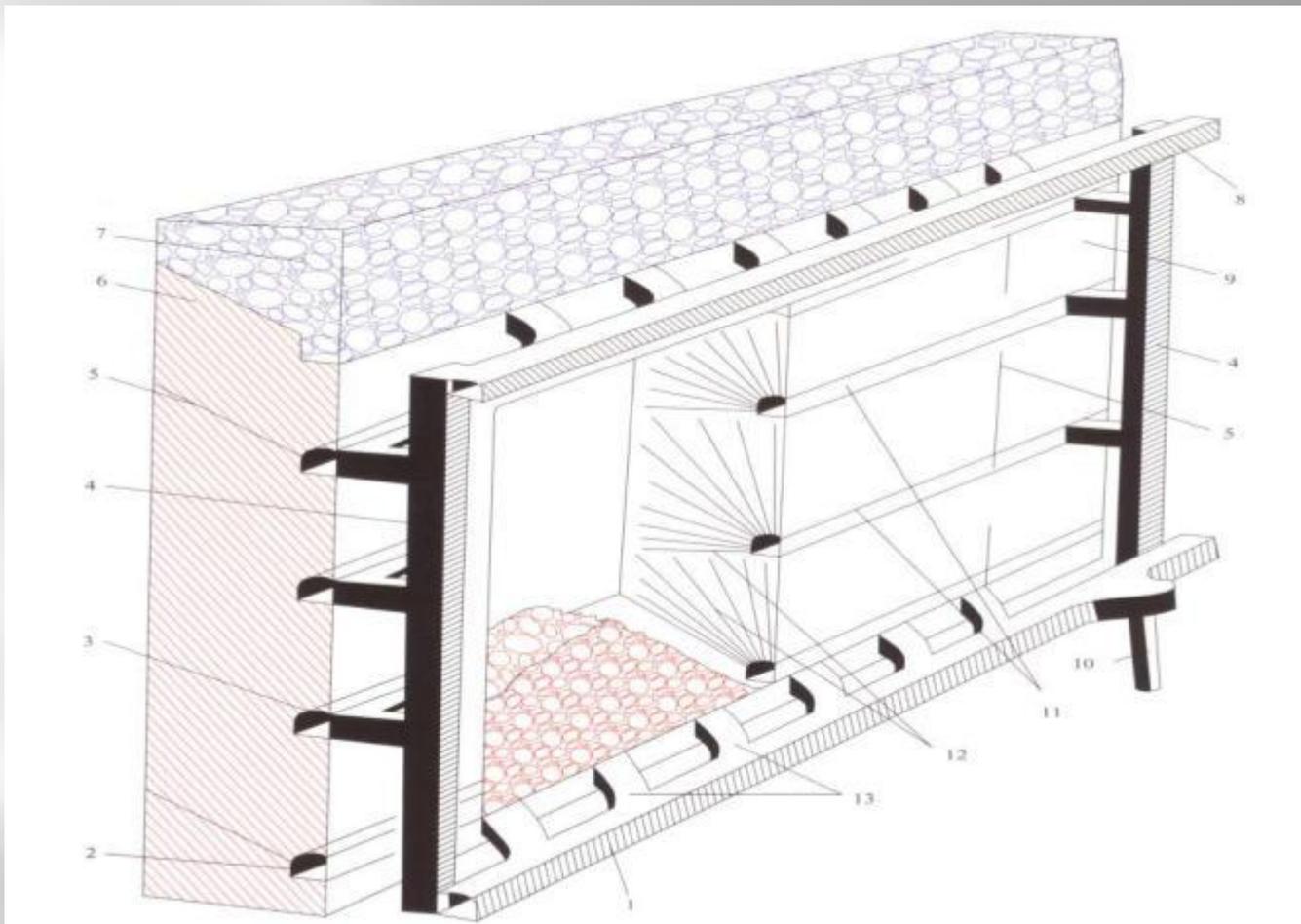
Условия применения этой системы следующие:

- устойчивость руд и пород может быть ниже, чем при использовании сплошной системы, из-за уменьшенных размеров камер;
- мощность рудного тела - от 2-3 до 12-15 м (при использовании самоходного оборудования) и до 15-20 м (в варианте системы со взрыводоставкой);
- угол падения — до 20-25° (при применении самоходного оборудования) и до 35-50° (при использовании взрыводоставки);

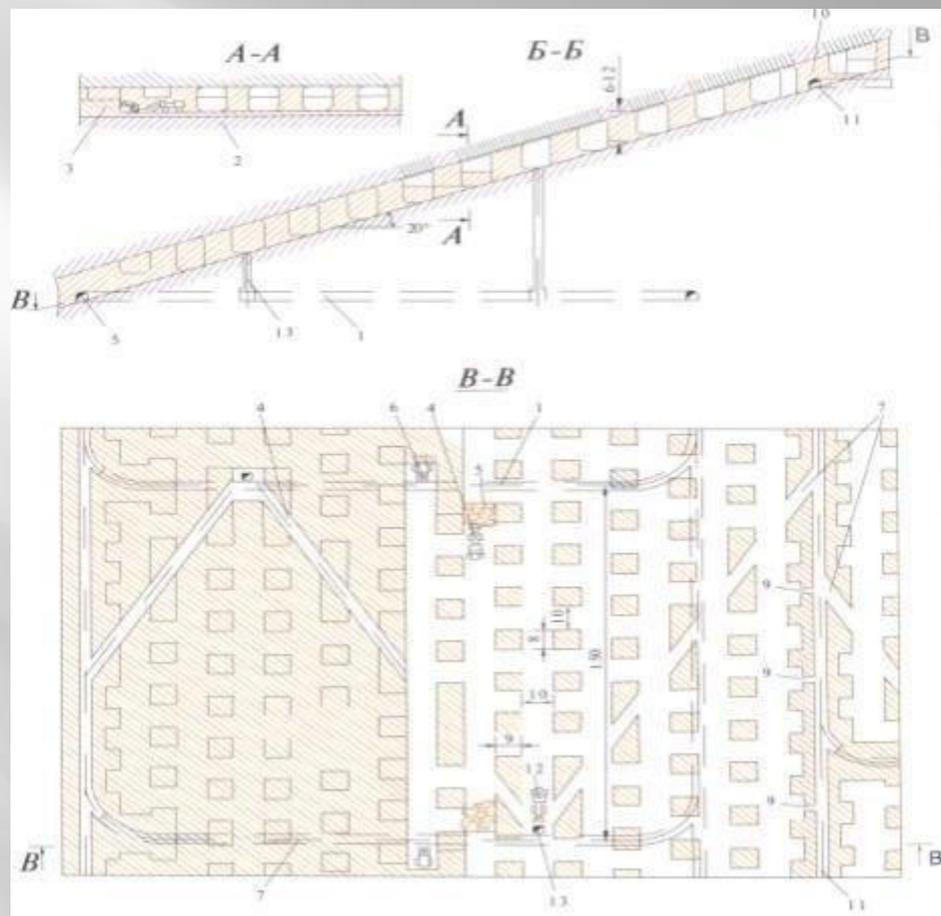
- ценность руд может быть достаточно высокой при частичном или полном извлечении целиков;
- качество руд (содержание металлов) может колебаться в довольно широких пределах, так как выемка изолированными камерами позволяет при необходимости добывать руду отдельно по сортам.



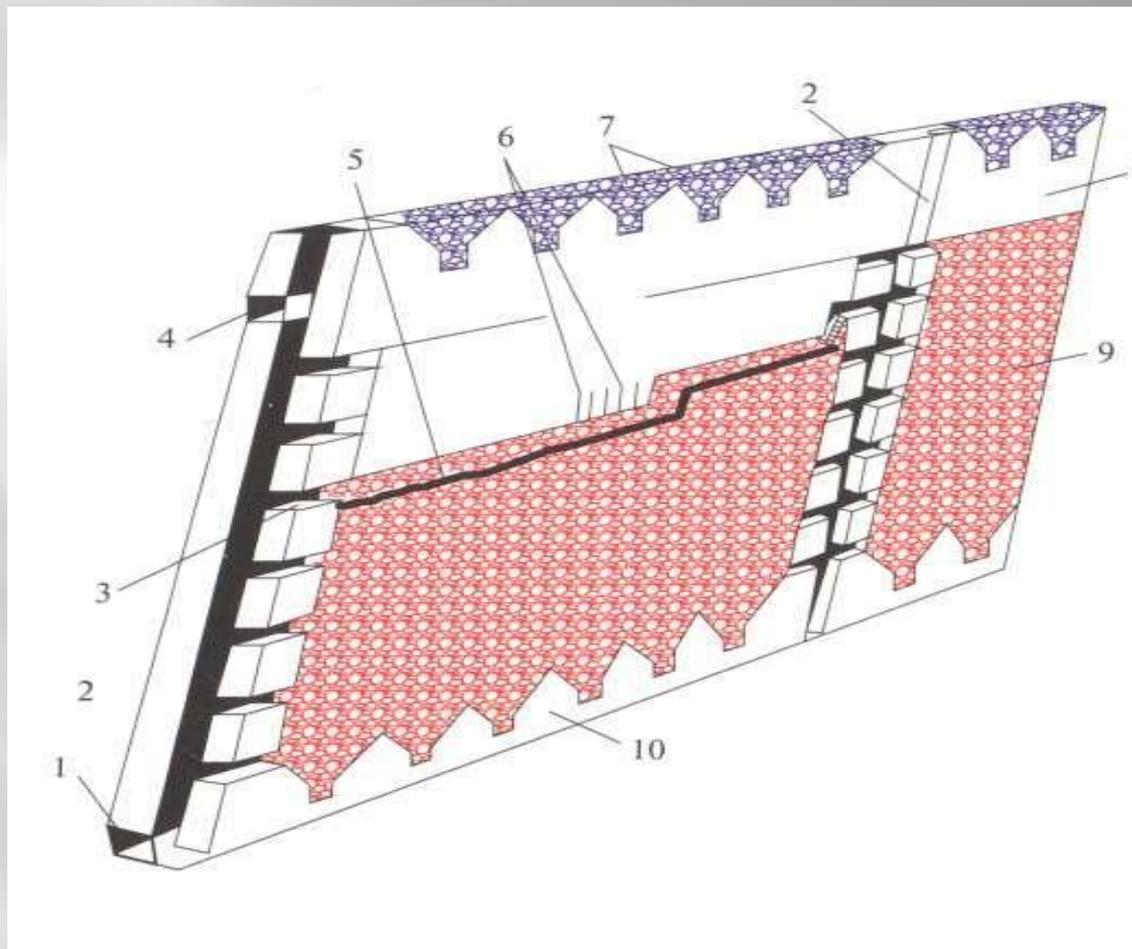
**1 - квершлаг откаточного горизонта; 2 - подстилающие породы; 3 - рудное тело; 4 - погрузо-доставочная машина; 5 - навал отбитой руды в камере; 6 - самоходная бурильная установка; 7 - наклонный заезд; 8 - опорные целики; 9 - сбойка с вентиляционным штреком; 10 - панельный целик; 11 - вентиляционный штрек; 12 - погрузо-доставочная машина на разгрузке; 13 - рудоспуск.**



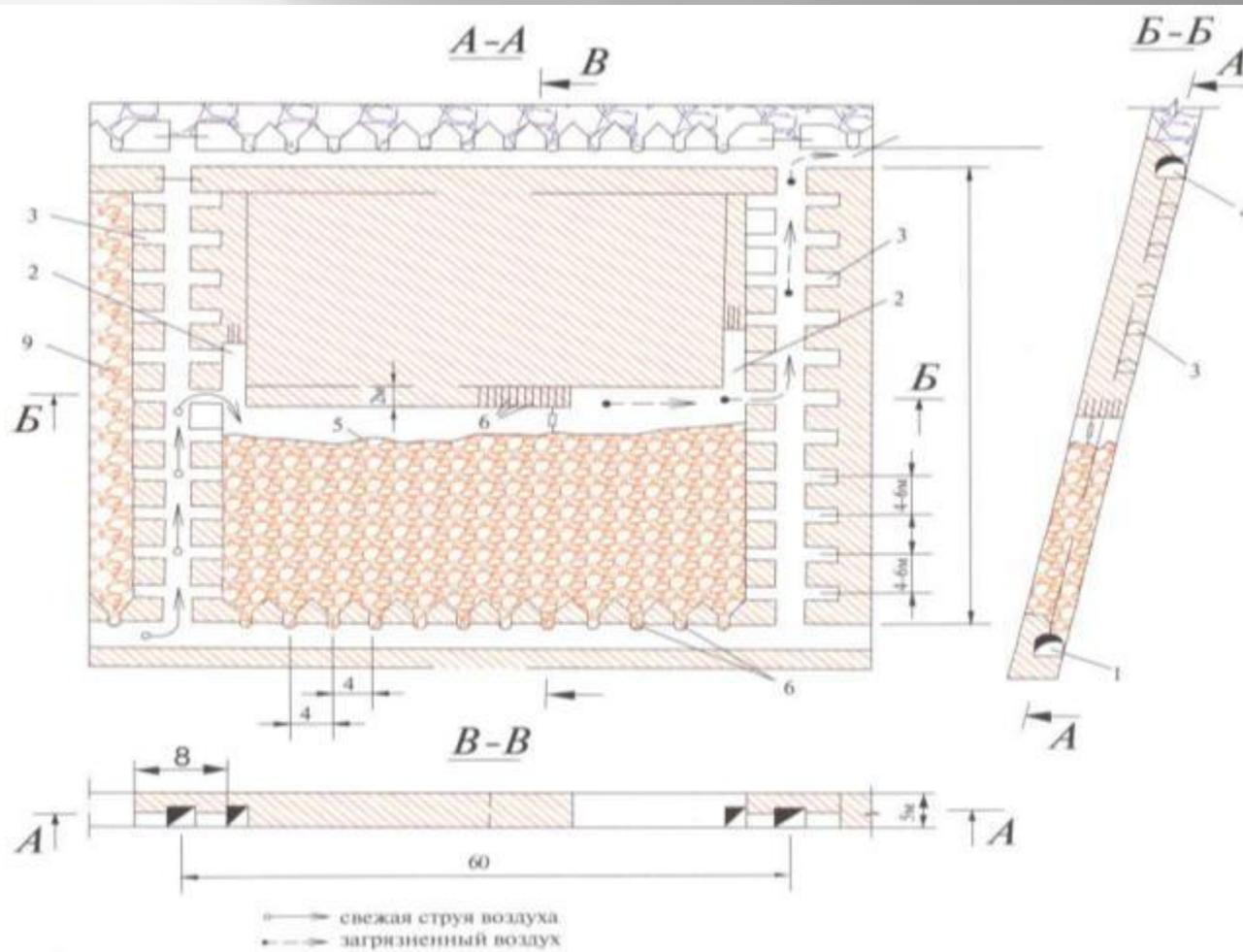
1-доставочный штрек; 2-траншейный штрек; 3-сбойка восстающего с буровыми подэтажами; 4-блоковые восстающие; 5-границы камеры; 6-междуэтажный целик (наклонная потолочина); 7-обрушенная порода; 8-вентиляционный штрек; 9-междукамерный целик; 10-рудоспуск; 11-буровые подэтажные штреки; 12-взрывные скважины; 13-погрузочные заезды

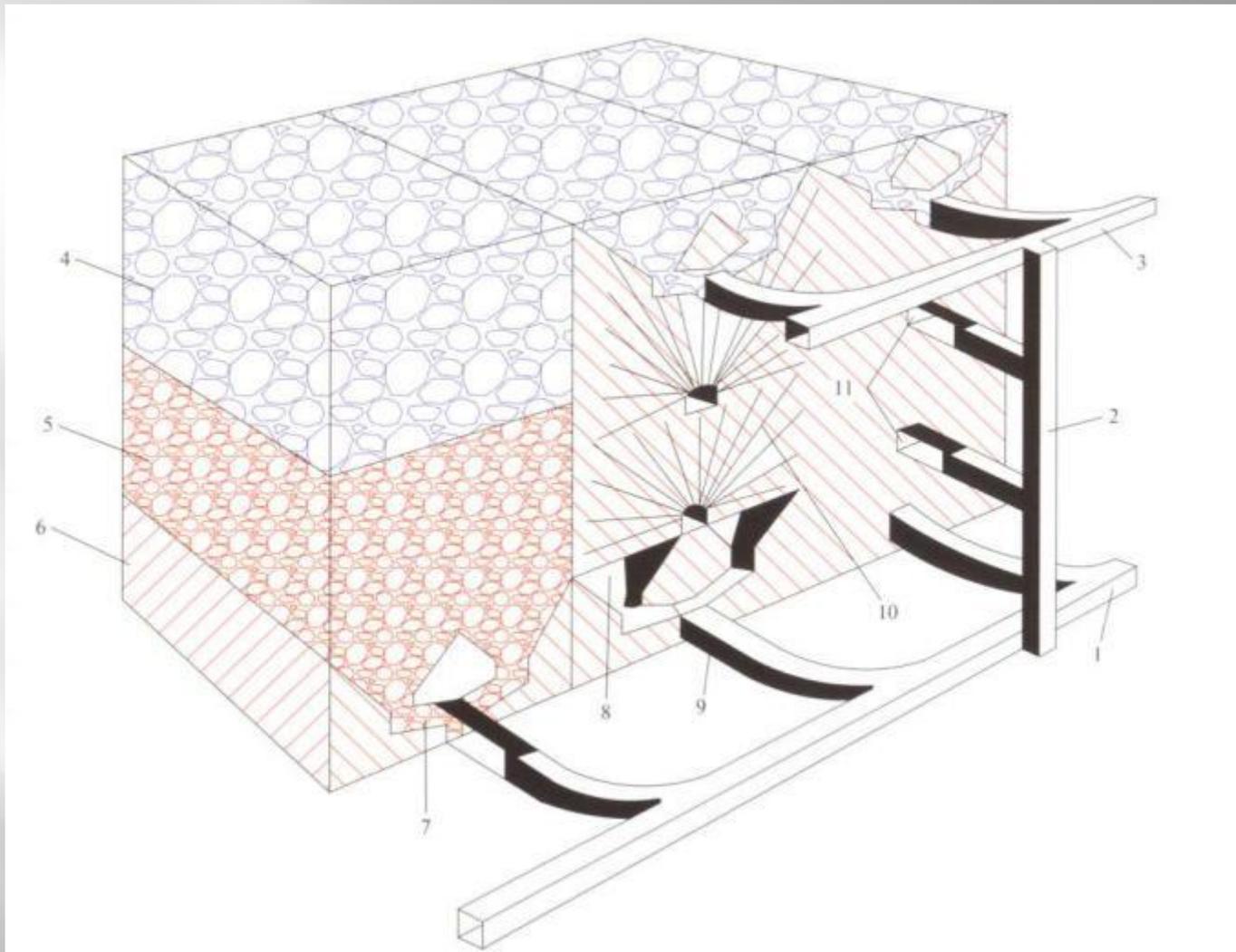


1-доставочный штрек; 2-траншейный штрек; 3-сбойка восстающего с буровыми подэтажами; 4-блоковые восстающие; 5-границы камеры; 6-междуэтажный целик (наклонная потолочина); 7-обрушенная порода; 8-вентиляционный штрек; 9-междукамерный целик; 10-рудоспуск; 11-буровые подэтажные штреки; 12-взрывные скважины; 13-погрузочные заезды (А-А сечение пласта по линии А-А (план горных выработок в плоскости залегания полезного ископаемого), Б-Б сечение пласта по линии Б-Б (вертикальный разрез вкрест простирания залежи), В-В сечение пласта по линии В-В, применительно к изометрии рис. За А-А - вид спереди, Б-Б - вид сбоку, В-В - вид сверху)

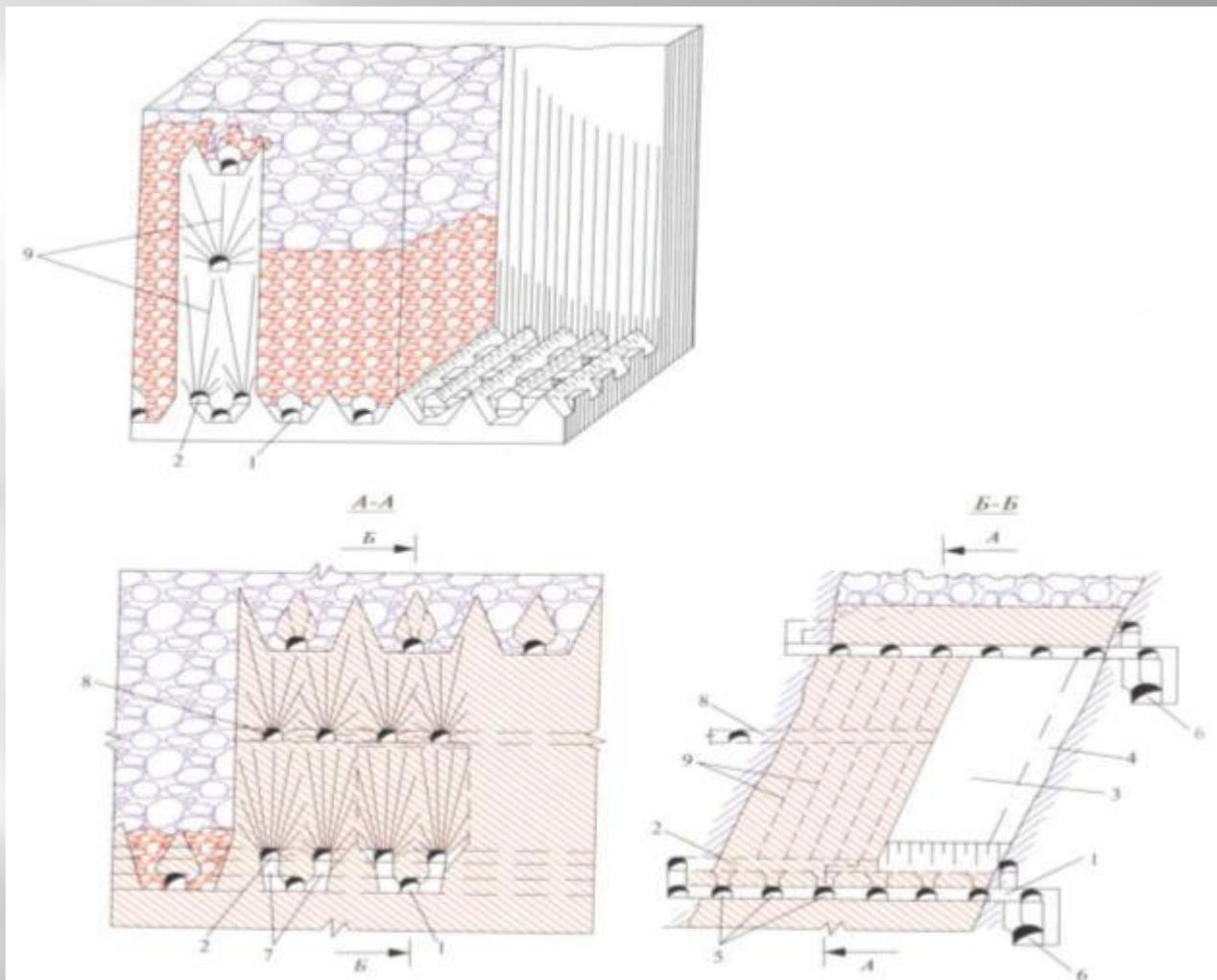


1-откаточный штрек; 2-блоковый восстающий; 3-сбойка с камерой; 4-вентиляционный штрек; 5-поверхность замагазинированной отбитой руды; 6-шпуры, буримые телескопным перфоратором; 7-пустая порода в воронках отработанного этажа; 8-потолочина; 9-отбитая руда перед массовым выпуском; 10-днище блока (А-А сечение пласта по линии А-А, Б-Б сечение пласта по линии Б-Б, В-В сечение пласта по линии В-В, применительно к изометрии А-А - вид спереди, Б-Б - вид сбоку, В-В - вид сверху)



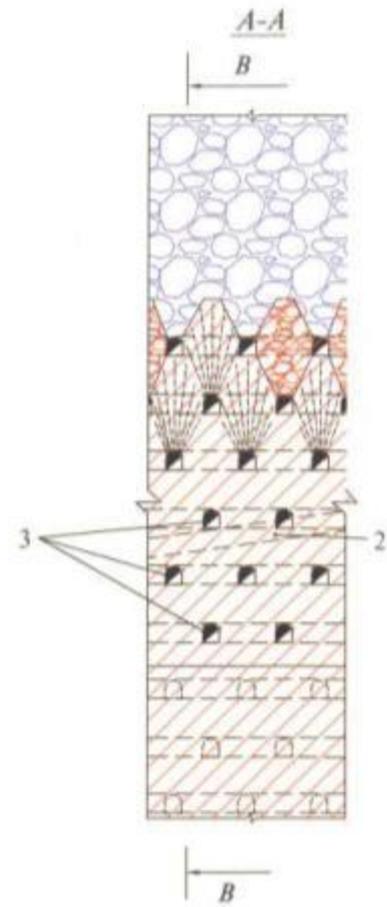
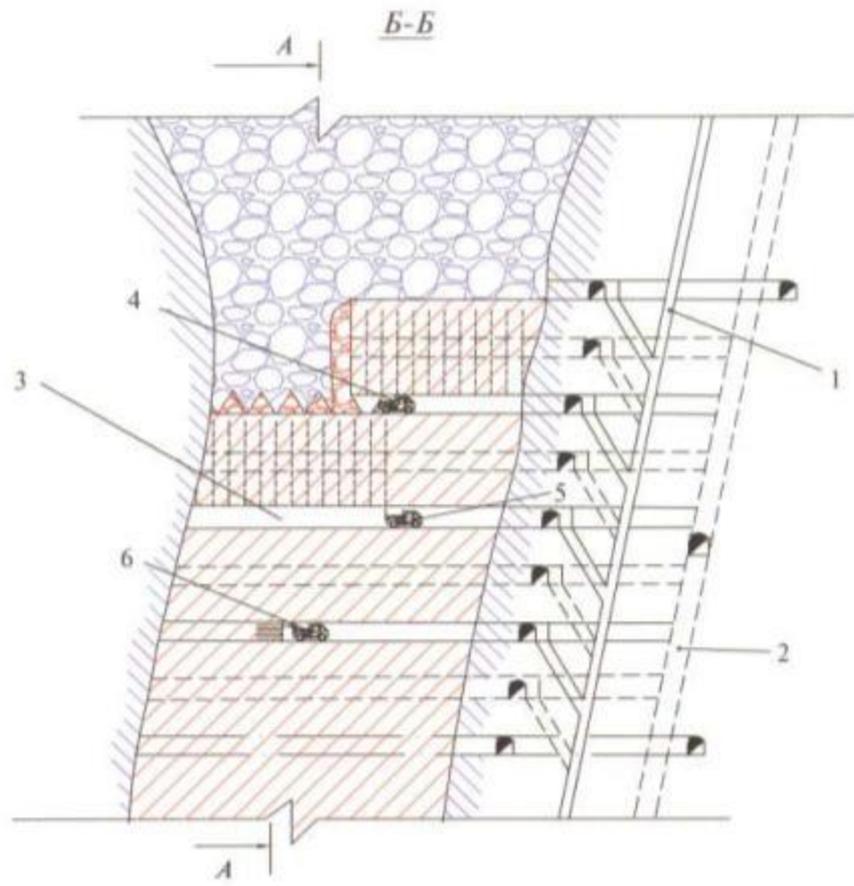


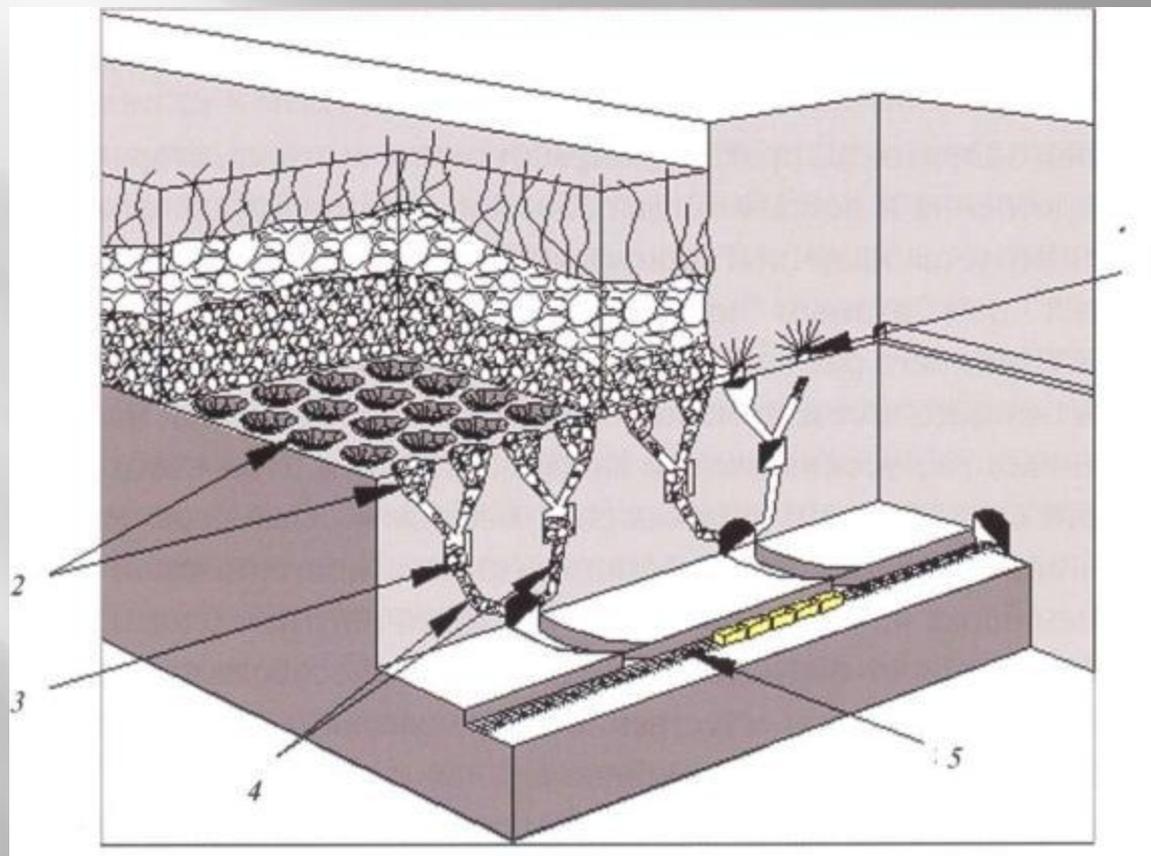
1-откаточный штрек; 2-блоковый восстающий; 3-вентиляционный штрек; 4-обрушенная порода; 5-отбитая руда; 6-днище блока; 7-ниша вибропитателя; 8-воронка; 9-погрузочный орт; 10-веер скважин; 11-буровые подэтажные выработки



1-откаточный штрек; 2-блоковый восстающий; 3-вентиляционный штрек; 4-обрушенная порода; 5-отбитая руда; 6-днище блока; 7-ниша вибропитателя; 8-воронка; 9-погрузочный орт; 10-веер скважин; 11-буровые подэтажи (А-А сечение пласта по линии А-А, Б-Б сечение пласта по линии Б-Б, В-В сечение пласта по линии В-В)







1-горизонт подсечки; 2-выпускные воронки; 3-горизонт доставки; 4-рудоспуски; 5-транспортный горизонт