

# Способы сооружения тоннелей

ВЫПОЛНИЛИ:

АЛЕКСАНДРОВ Н.

АФАНАСЬЕВ С.

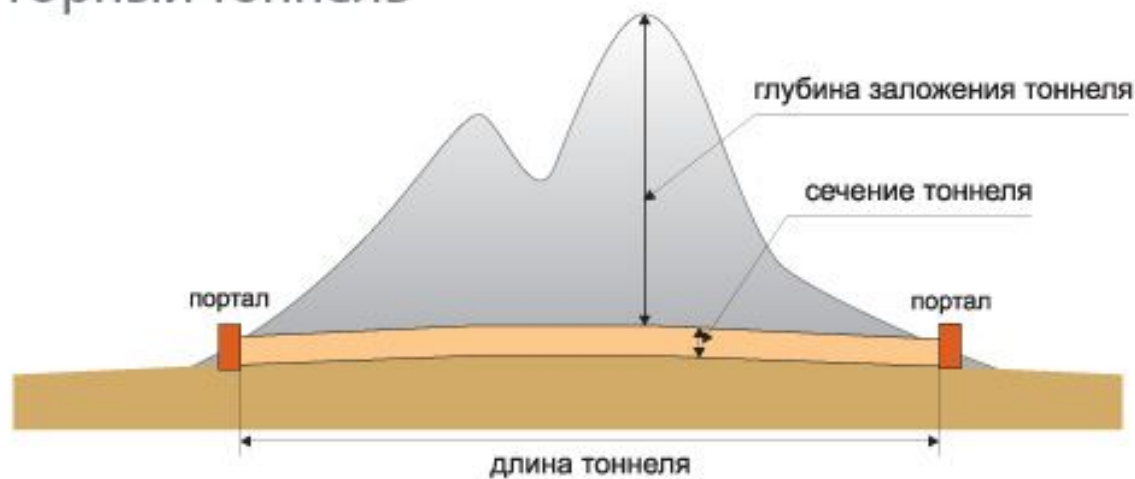
ЕВГЕНЬЕВ А.

РУКОВОДИТЕЛЬ: КАБЕТОВА А. Н.

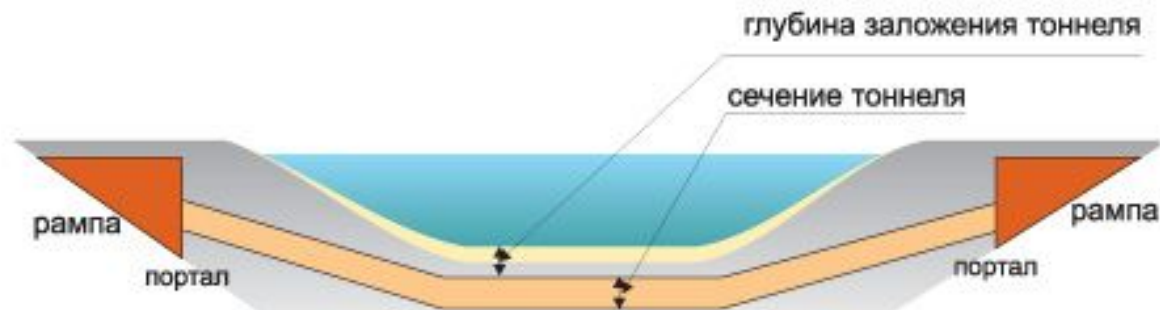
# Общее понятие

Тоннэль (фр. *tonnelle* от фр. *tonneau* — «бочка»; английское *tunnel*, вар.: туннель) — горизонтальное или наклонное подземное сооружение, служащее для транспортных целей, перемещения воды, прокладки подземных коммуникаций и т.п.

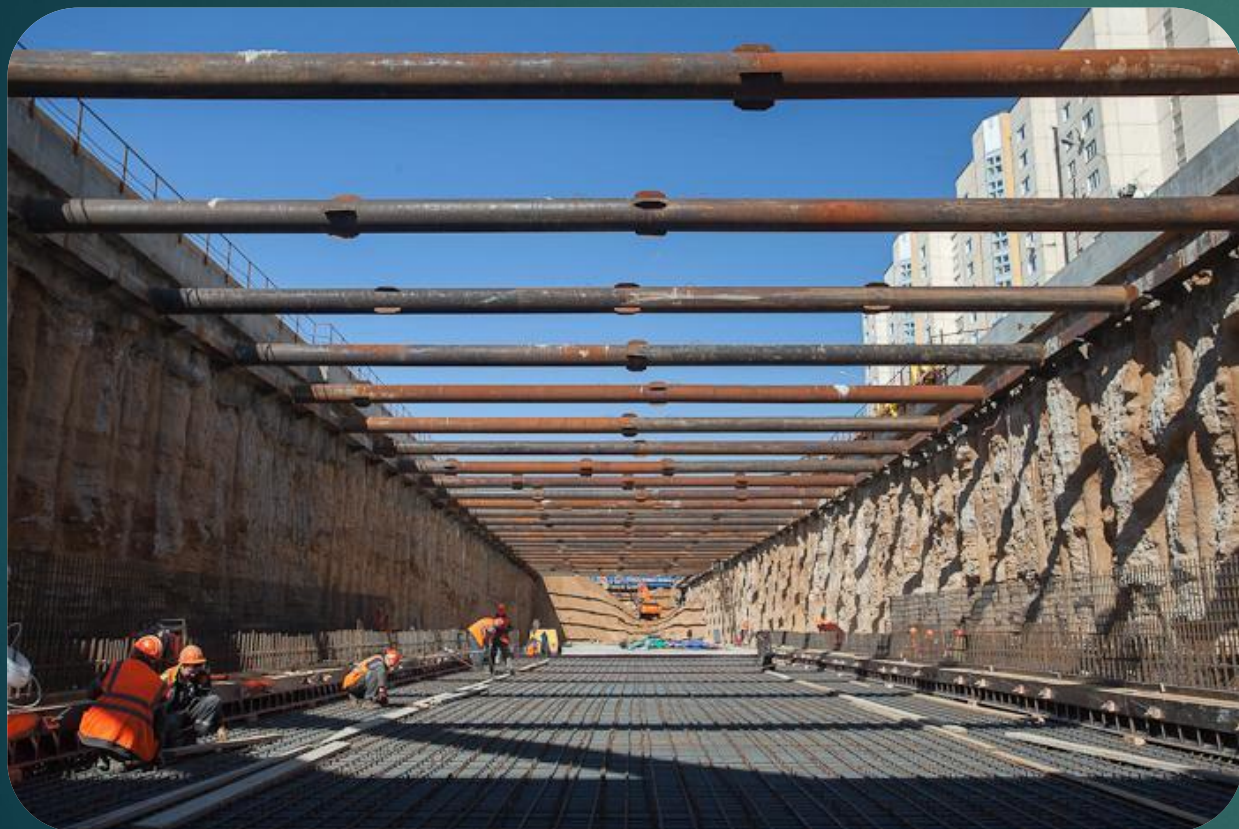
горный тоннель



подводный тоннель



В зависимости от глубины заложения тоннеля для его сооружения применяют либо открытый, либо закрытый способ работ.



# Открытые

Открытые способы применяют при сооружении тоннелей мелкого заложения (проходящих на глубине 10—15 м от поверхности земли), при этом все работы по возведению тоннельных конструкций выполняют в открытых котлованах, которые после завершения строительства засыпают грунтом.

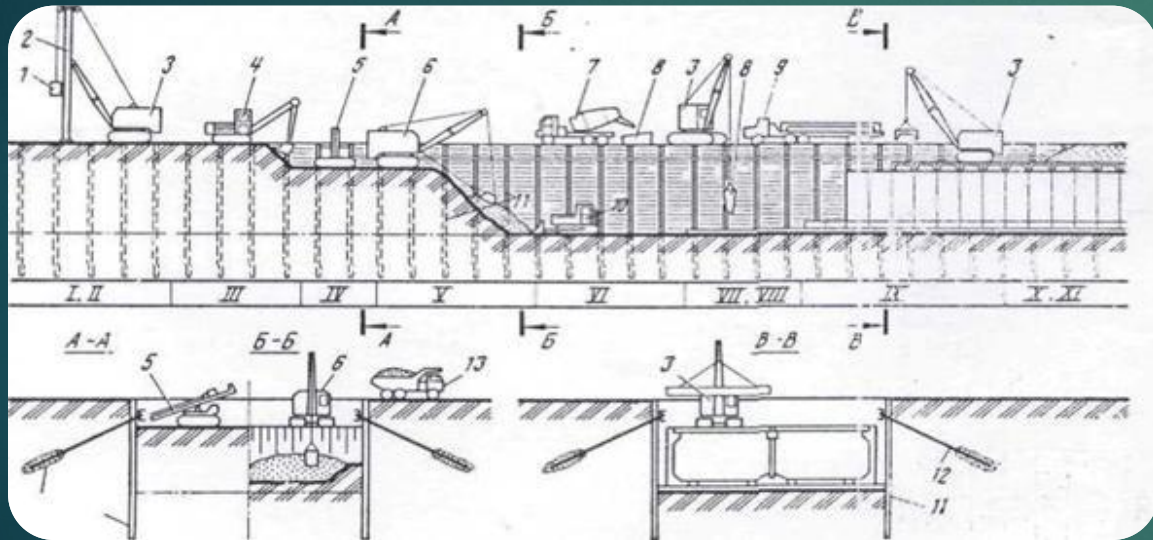


При открытом способе строительства тоннелей, поверхность вскрывается, тоннельные конструкции возводятся в котловане со свайными креплениями или откосами. Городские подземные коммуникации перекадываются, движение наземного транспорта отводится в сторону. Основания и фундаменты зданий вблизи трассы при необходимости укрепляются.

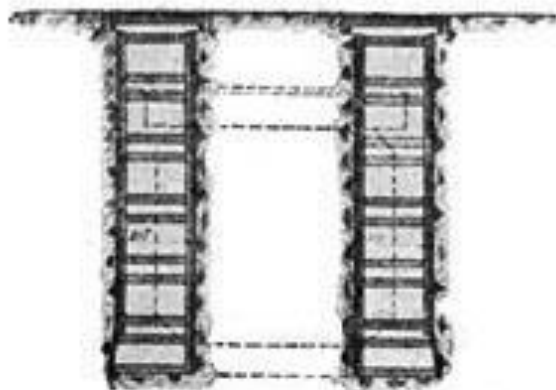


**В число открытых способов входят**

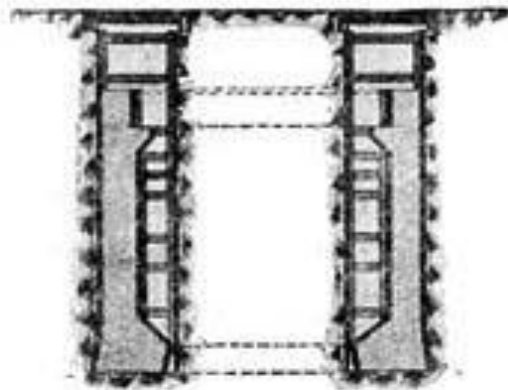
**Котлованный способ**, состоящий в том, что на полную ширину тоннеля до уровня подошвы будущего тоннеля раскрывают котлован, стены которого оставляют без крепления (под углом естественного угла откоса грунта) или поддерживают временной крепью (если они вертикальны); обделку тоннеля сооружают в котловане, а затем засыпают грунтом



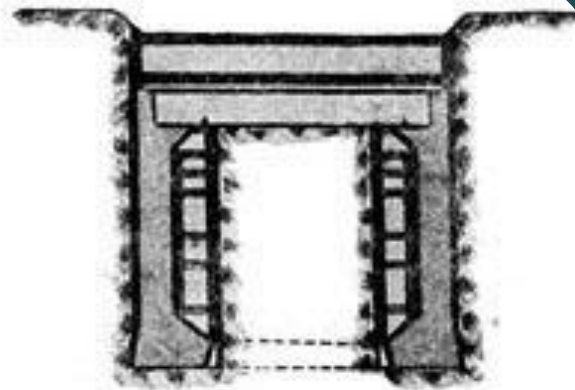
**Траншейный способ**, при котором котлован разрабатывают по частям (в этом случае для устройства вертикальных стен тоннеля используют способ «стена в грунте»). Таким способом часто строят пешеходные тоннели;



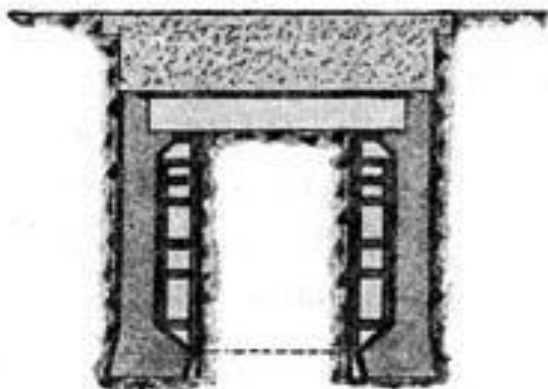
1. Вырыты траншеи.



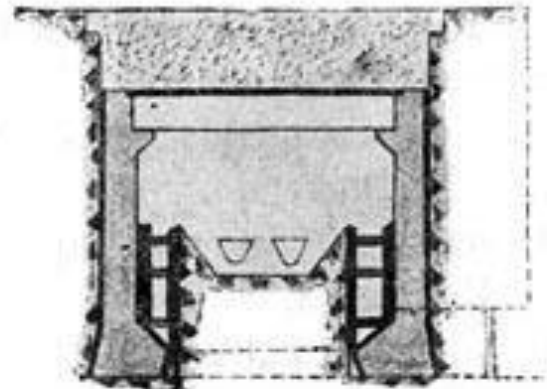
2. Выложены бетоном стены.



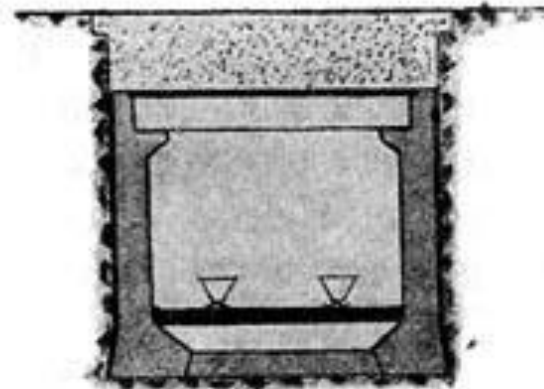
3. Забетонировано перекрытие.



4. Перекрытие засыпано.



5. Разрабатывается ядро тоннеля.



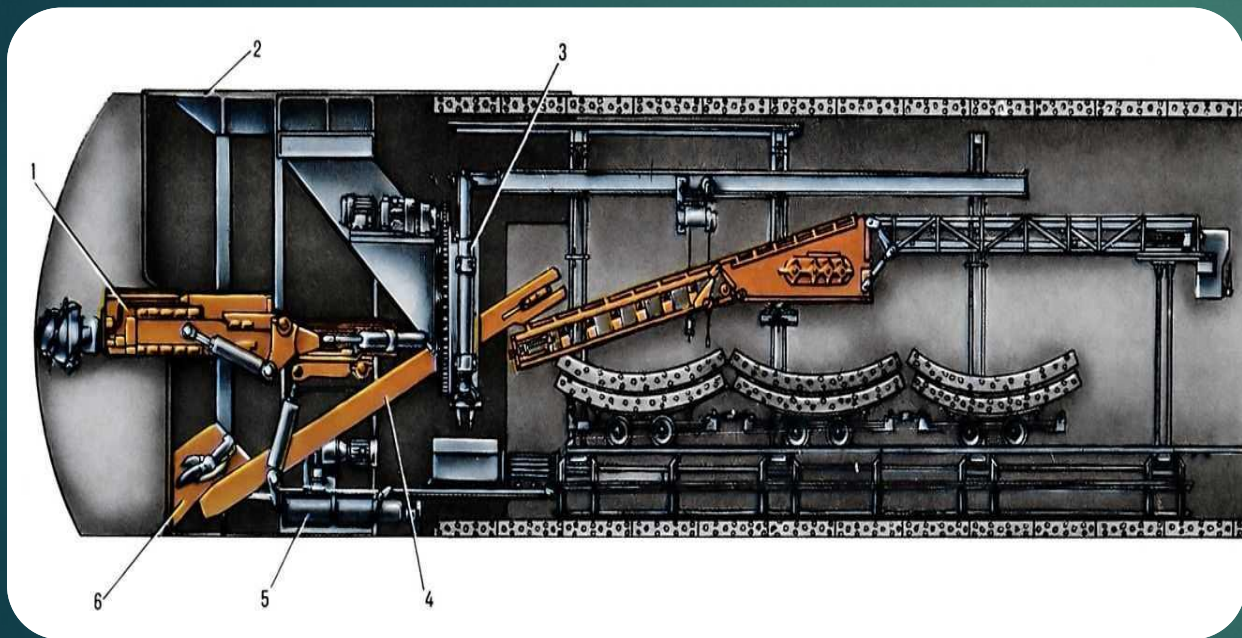
6. Бетонируется дно тоннеля.

4. Перекрытие засыпано.

5. Разрабатывается ядро тоннеля.

6. Бетонируется дно тоннеля.

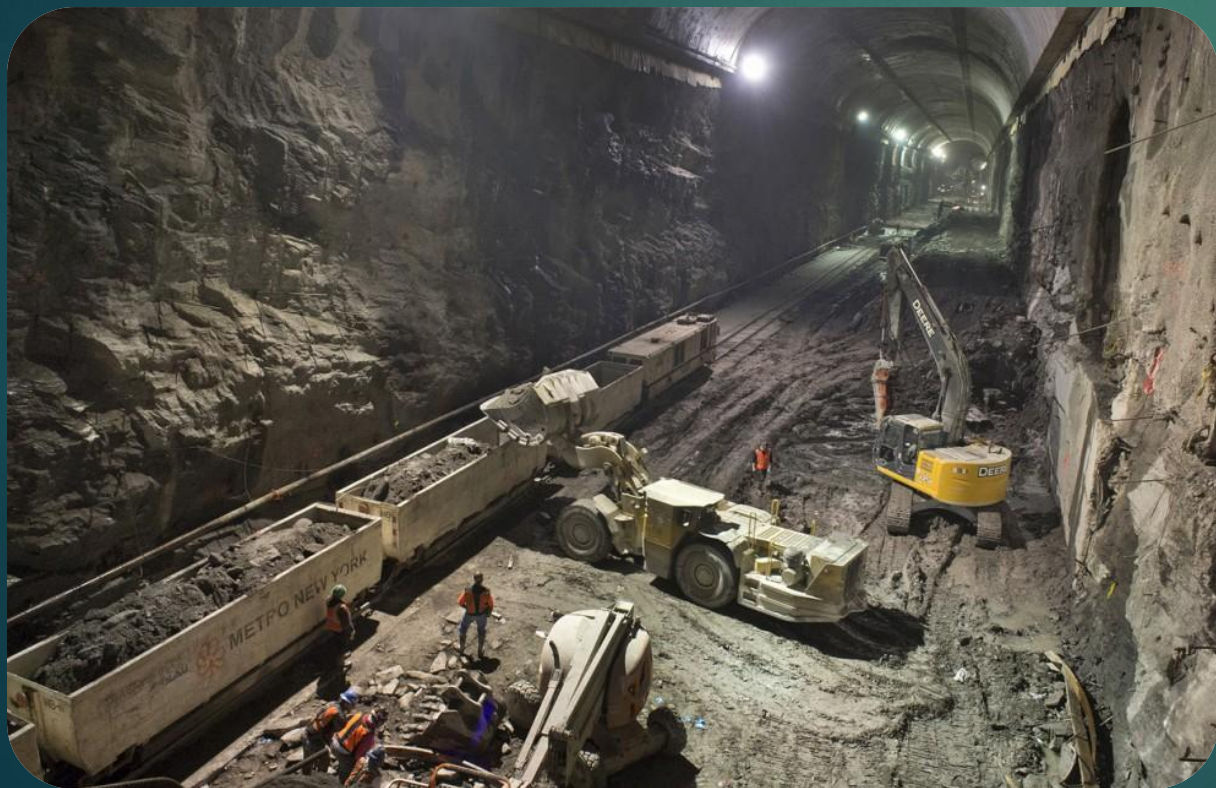
**Использование передвижной металлической крепи прямоугольного сечения (щит открытого способа)** для крепления стен котлована и устройства тоннельной обделки. Готовые секции тоннелей из сборных железобетонных элементов устанавливают с помощью кранов на заранее подготовленное основание, после чего выполняются работы по омоноличиванию стыков и гидроизоляции.





# Закрытые

Закрытые способы строительства тоннелей применяются как для строительства тоннелей глубокого (>20 м), так и мелкого залегания. В зависимости от того, в какой породе располагается тоннель, выбирают ту или иную технологию строительства. При закрытом способе разработка породы (проходка) и возведение обделки выполняются через стволы шахт или входные участки тоннели (порталы).



# Основные методы проходки выработок и производства тоннельных работ

**Горный метод** — грунт разрабатывается по частям, а далее по частям с помощью временных креплений возводится обделка. Сооружение тоннеля горными методами включает два основных этапа: разработку и удаление породы, и возведение в полученной выработке постоянной конструкции — обделки.

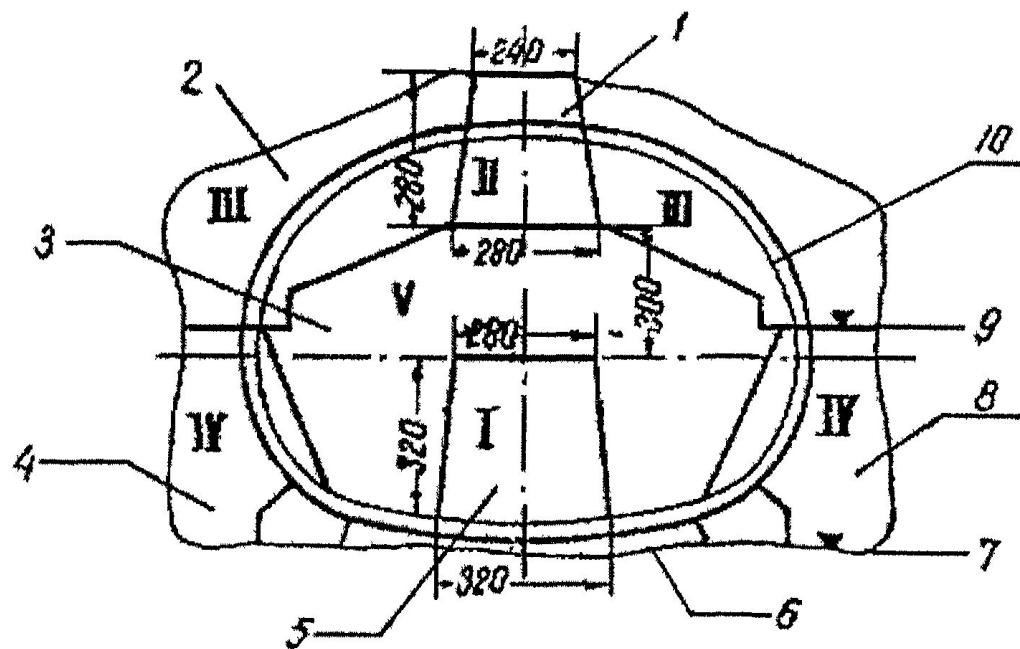


Рис.23.1. Разработка тоннеля горным способом:

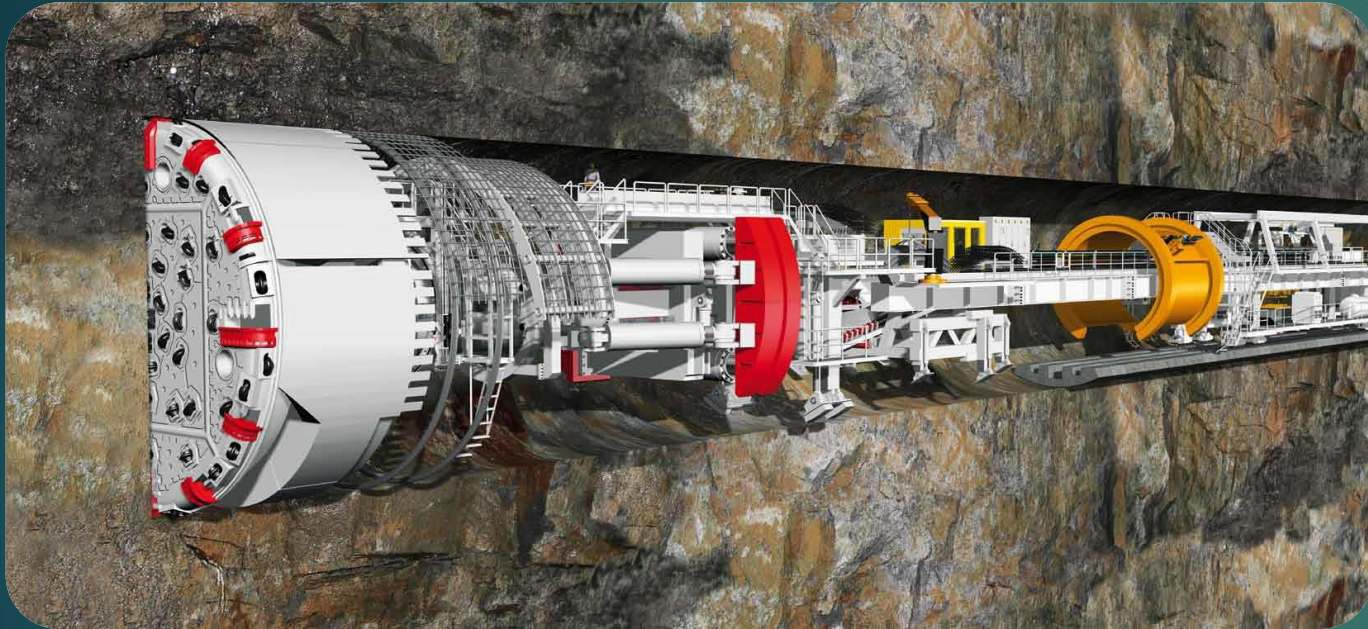
1 - верхняя штольня; 2 - калотта; 3 - средняя штросса (ядро); 4 - левая штросса;  
5 - нижняя штольня; 6 - лоток; 7 - пята стены; 8 - правая штросса; 9 - пята свода;  
10 - железобетонная рубашка

10 - железобетонная рубашка

2 - нижняя штольня; 3 - лоток; 4 - пята стены; 5 - правая штросса; 6 - пята свода;



**Щитовой метод** — при помощи щита проводится разработка грунта на полное сечение, а затем сооружение обделки тоннеля. Щитовой способ получил преимущественное распространение при сооружении тоннелей в слабых и неустойчивых породах.

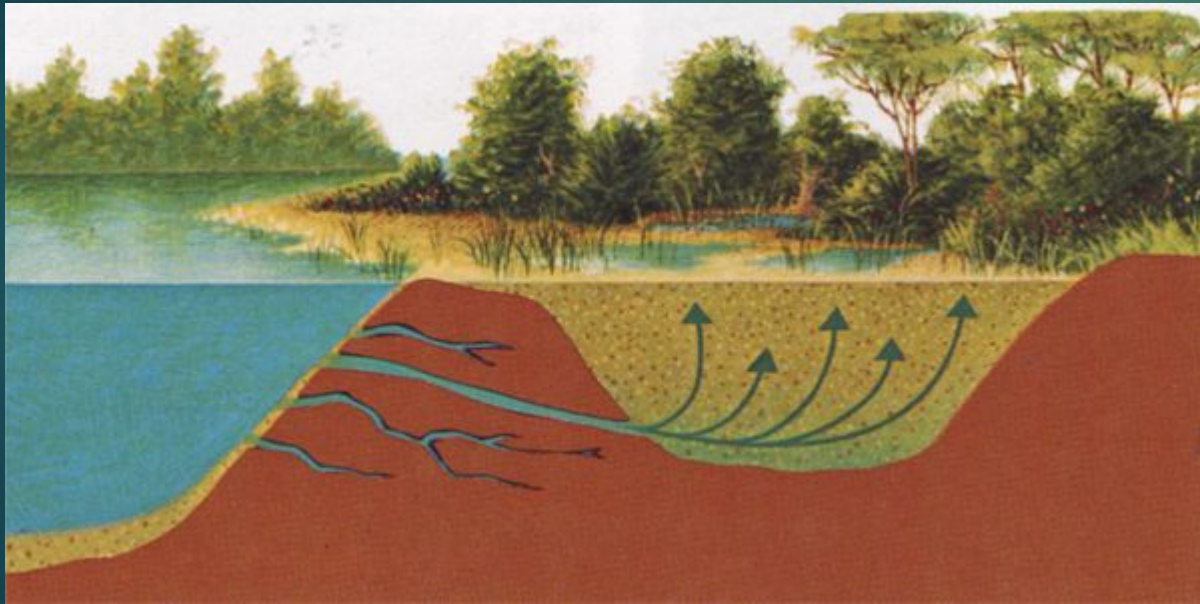


Основным элементом щитовой технологии строительства тоннелей является проходческий щит, представляющий собой передвижную временную крепь в виде цилиндрической оболочки, под прикрытием которого выполняют необходимые проходческие операции: разработку и погрузку грунта, транспортирование грунта за пределы щита, возведение обделки тоннеля. Выемку грунта осуществляют в головной части щита, возведение обделки в хвостовой.



# Специальные методы

При сооружении тоннелей в сложных инженерных условиях (пльвуны, водоносные грунты и т.п.) используют различные специальные методы (дренаж, замораживание грунтов, кессонный способ с применением сжатого воздуха, водопонижение, химическое закрепление грунтов и пр.).



ПЛЬВУН и пример затопления



## Искусственное замораживание грунтов

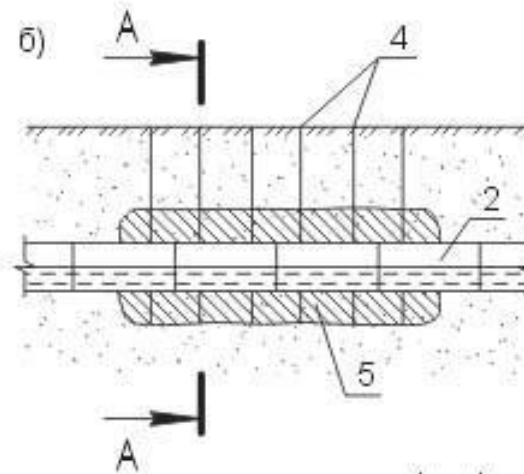
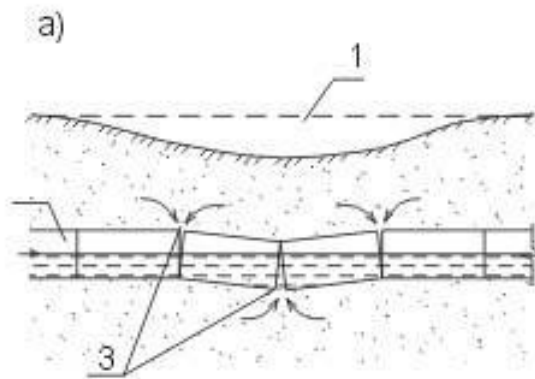
При этом способе воду из грунта не удаляют, а замораживают ее вместе с грунтом с помощью специальных устройств — замораживающих колонок. В результате замораживания при постепенном отборе тепла от грунта создается ледогрунтовый массив, имеющий большую механическую прочность и полностью водонепроницаемый.



## Закрепление грунтов.

Этот способ основан на нагнетании в грунт специальных растворов, которые, проникая в поры грунта, придают ему прочность и водонепроницаемость.

### Схема закрепления грунтов вокруг аварийного коллектора



а - аварийные деформации коллектора и земной поверхности

б - закрепление грунтов вокруг аварийного коллектора

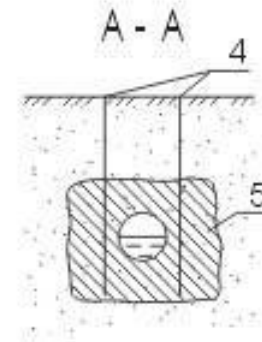
1 - провал земной поверхности

2 - аварийный коллектор

3 - поступление грунта в коллектор

4 - инъекционная скважина

5 - закрепленный грунт



# Понятие о габаритах

Габаритом называется предельное очертание какого-либо сооружения. Размеры поперечных сечений тоннелей (ширина, высота) определяются пропускной способностью строящегося тоннеля.

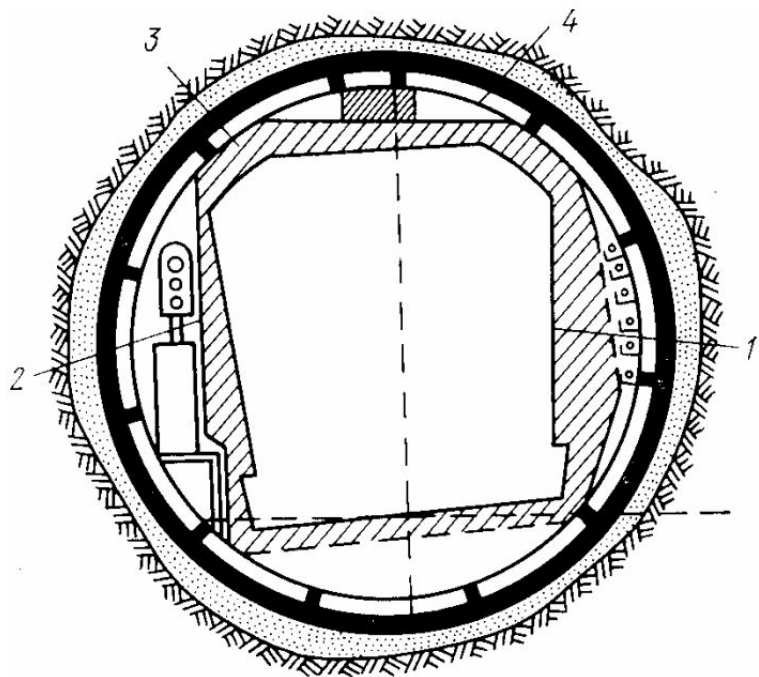


Рис. 1. Габариты поперечного сечения тоннеля

Рис. 1. Габариты поперечного сечения тоннеля

**Габарит подвижного состава (1)** определяются контуром, внутри которого должен помещаться подвижной состав со всеми вступающими и висящими частями с учетом раскачки вагонов на рессорах во время движения, и возможных случаев наклонов вагонов при поломке.

**Габарит приближения строения (2)** определяется контуром очертания обделки тоннеля. Он представляет собой плавную кривую, проведенную по наиболее выступающим внутрь тоннеля точкам обделки.

**Габаритный запас (3)** – пространство между габаритом подвижного состава и габаритом приближения оборудования. Он устанавливается проектировщиками и является исходной величиной для расчета требуемой точности выполнения геодезических работ при сооружении тоннеля.

**Габарит приближения оборудования (4)** определяется контуром, соединяющим наиболее выступающие точки различного оборудования, устанавливаемого и монтируемого в тоннелях (кабели на специальных крючках, светофоры, релейные шкафы, осветительные фонари и др.)



# Список литературы

- ▶ Волков В. П., Тоннели, 3 изд., М., 1970;
- ▶ Малевич Н. А., Горнопроходческие машины и комплексы, М., 1971;
- ▶ Компанец С. А., Поправке А. К., Богородецкий А. А., Проектирование тоннелей, М., 1973;
- ▶ Мостков В. М., Подземные сооружения большого сечения, 2 изд., М., 1974.