



РОСЖЕЛДОР  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ» (СГУПС)

КАФЕДРА «ГЕОТЕХНИКА, ТОННЕЛИ И МЕТРОПОЛИТЕНА»

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОНNELЬ  
КУРСОВОЙ ПРОЕКТ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТОННЕЛЬНЫЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ НА  
ТРАНСПОРТНЫХ МАГИСТРАЛЯХ»

---

Руководитель

доцент Ю.Н. Савельев

Разработал

студент гр. СМТ-312

Хегай Ю.А.

Новосибирск  
2019 г.



# Аннотация

«Проектирование железнодорожного тоннеля в г. Благовещенск».

В работе производится вариантное проектирование тоннельных обделок и выполняется статический расчет обделки тоннеля с последующей проверкой по I группе предельных состояний.

Также работа содержит разделы по конструированию обделки и проектированию необходимых для нее устройств.



# Исходные данные



- назначение тоннеля и категория дороги: железнодорожный, II;

- число железнодорожных путей: 2;

- план трассы: на прямой;

- руководящий уклон: 15,7 ‰;

Элементы продольного профиля (высотные отметки):

- начало тоннеля А=1313,000 м;

- наивысшая отметка Б=2231,000 м;

- конец тоннеля В=1280,000 м;

- полная длина тоннеля АВ=4267,000 м

Информация по району строительства:

- г. Благовещенск;

- среднемесячная температура за самый холодный месяц: -27 °С; [3]

- сейсмическая активность (шанс возникновения в 50 лет): 10% 6 бал-лов, 5% 6 баллов, 1% 7 баллов; [4]



# Инженерно-геологические условия

**Граниты**  $f=7$ ;  $\rho=2,8$  т/м<sup>3</sup>;  $\phi_0=77^\circ$ ;  $\nu=0,3$ ;  $k_0=3500000$  кН/м<sup>3</sup>;  
сл. трещ.; сл. обв.;

**Конгломераты**  $f=3,6$ ;  $\rho=2,8$  т/м<sup>3</sup>;  $\phi_0=70^\circ$ ;  $\nu=0,3$ ;  $k_0=1600000$  кН/м<sup>3</sup>;  
трещ.; обв.;

**Семфиболит**  $f=10$ ;  $\rho=2,9$  т/м<sup>3</sup>;  $\phi_0=82^\circ$ ;  $\nu=0,3$ ;  $k_0=6000000$  кН/м<sup>3</sup>;  
сл. трещ.; сл. обв.;

**Сиениты**  $f=3$ ;  $\rho=2,8$  т/м<sup>3</sup>;  $\phi_0=70^\circ$ ;  $\nu=0,3$ ;  $k_0=1300000$  кН/м<sup>3</sup>;  
трещ.; обв.

# Продольный профиль

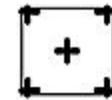
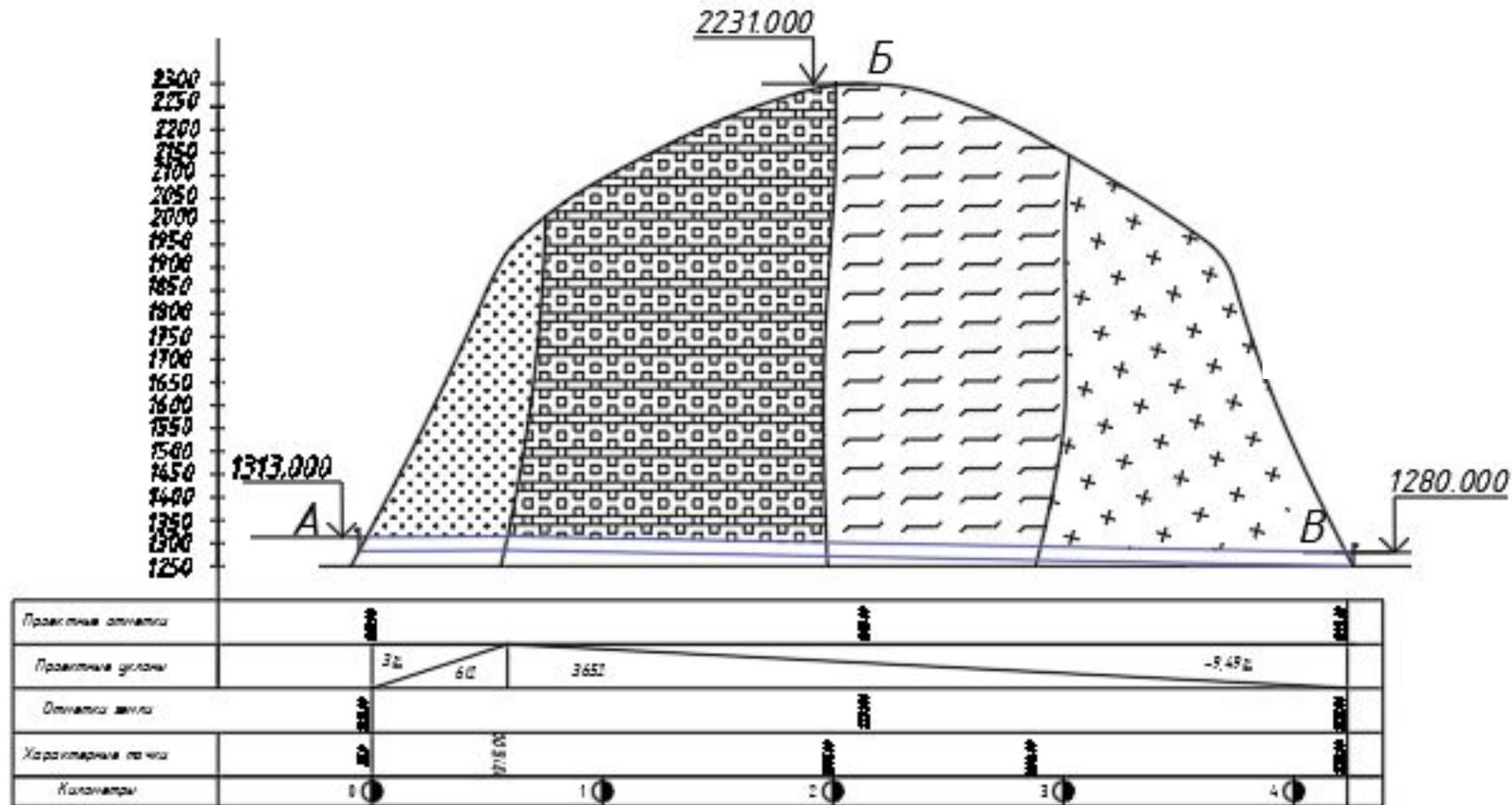
Минимальный уклон тоннеля составляет 3‰.

Максимальный уклон для данного тоннеля:

- руководящий уклон, задается в зависимости от категории дороги
- коэффициент смягчения руководящего уклона, зависит от длины тоннеля:  $m=0,7$
- эквивалентный уклон, равный 1,5‰

$$i_{max} = 15,7 \cdot 0,7 - 1,5 = 9,49‰.$$

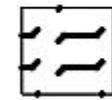
Таким образом, на длине тоннеля в 4 267,00 метров принимаются уклоны равные 3‰ и 9,49 ‰.



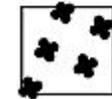
**Граниты**  
 $f=7$ ;  $\rho=2,8 \text{ т/м}^3$   
 $\phi_0=77 \text{ град}$ ;  $\nu=0,3$   
 $k_0=3500000 \text{ кН/м}^2$   
 сл.трещ.; сл.обд.



**Конгломераты**  
 $f=3,6$ ;  $\rho=2,8 \text{ т/м}^3$   
 $\phi_0=70 \text{ град}$ ;  $\nu=0,3$   
 $k_0=1600000 \text{ кН/м}^2$   
 трещ.; обд.

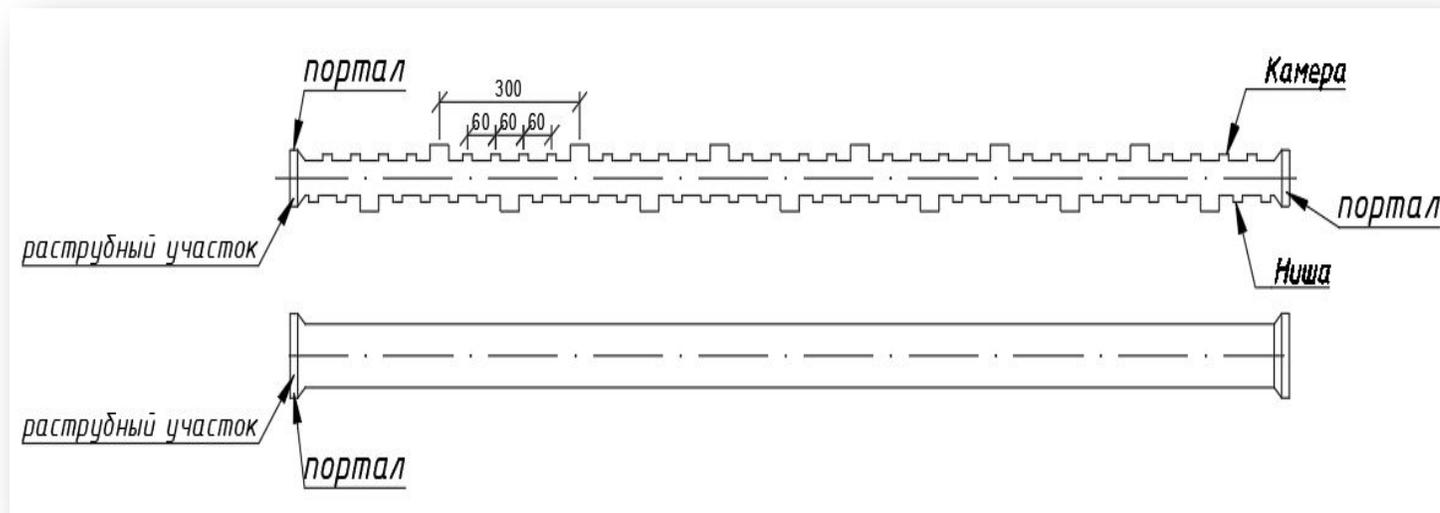


**Сенфиболит**  
 $f=10$ ;  $\rho=2,9 \text{ т/м}^3$   
 $\phi_0=82 \text{ град}$ ;  $\nu=0,3$   
 $k_0=6000000 \text{ кН/м}^2$   
 сл. трещ.; сл.обд.



**Сyenиты**  
 $f=3$ ;  $\rho=2,8 \text{ т/м}^3$   
 $\phi_0=70 \text{ град}$ ;  $\nu=0,3$   
 $k_0=1300000 \text{ кН/м}^2$   
 трещ.; обд.

# Общеувязочная схема тоннеля

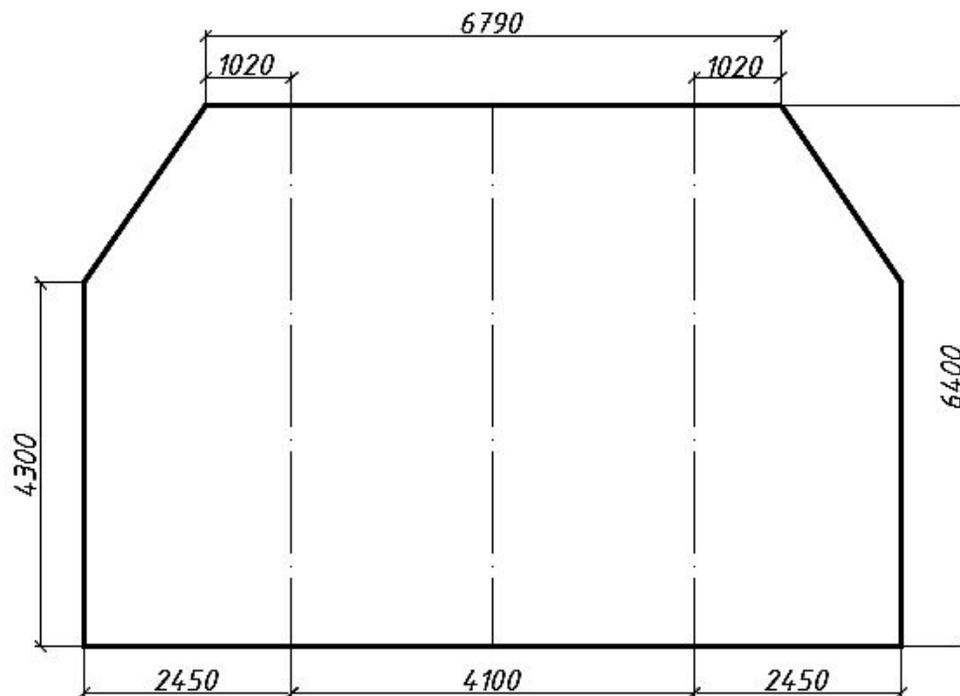


Устройства	Ширина	Высота	Глубина
Камера	4000	2800	2500
Ниша	2000	2500	1000

# Порядок проектирования обделок

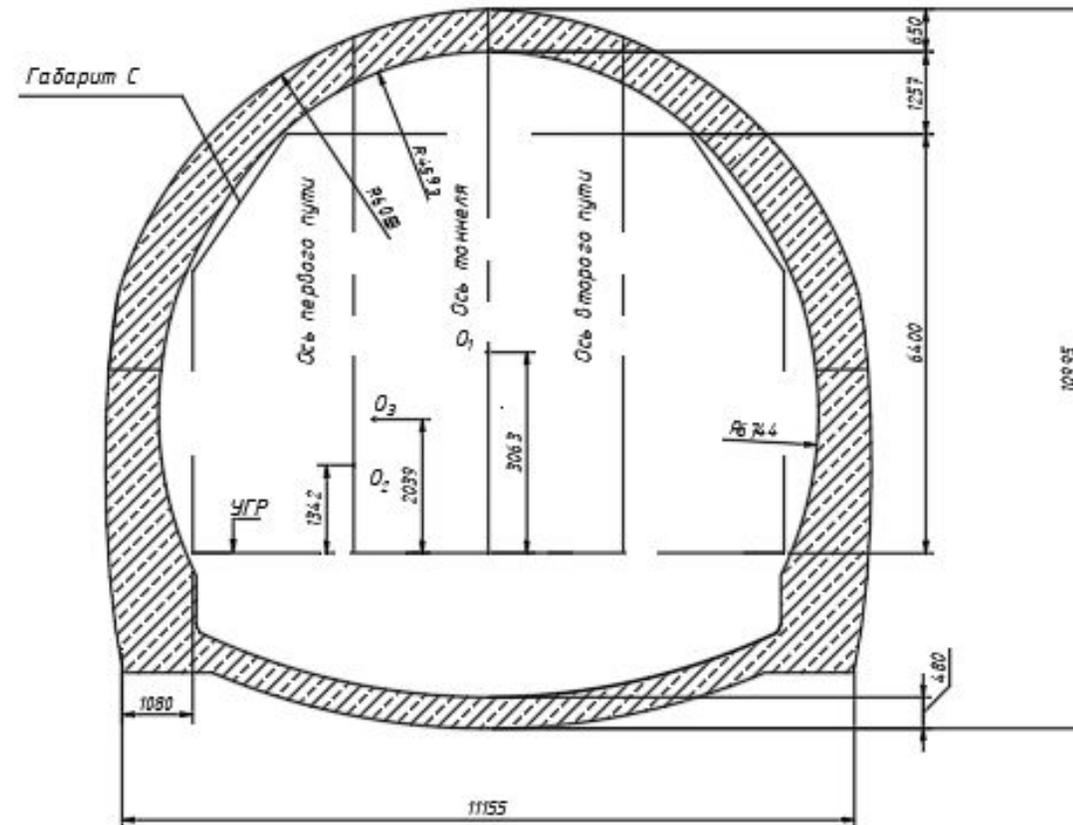
1. Выбор материала обделки;
2. Установление внутреннего очертания обделки;
3. Назначение толщины обделки;
4. Разбивка на элементы;
5. Статический расчет обделки;
6. Проверка прочности;
7. Внесение при необходимости изменений в конструкцию.

# Габарит приближения строения С



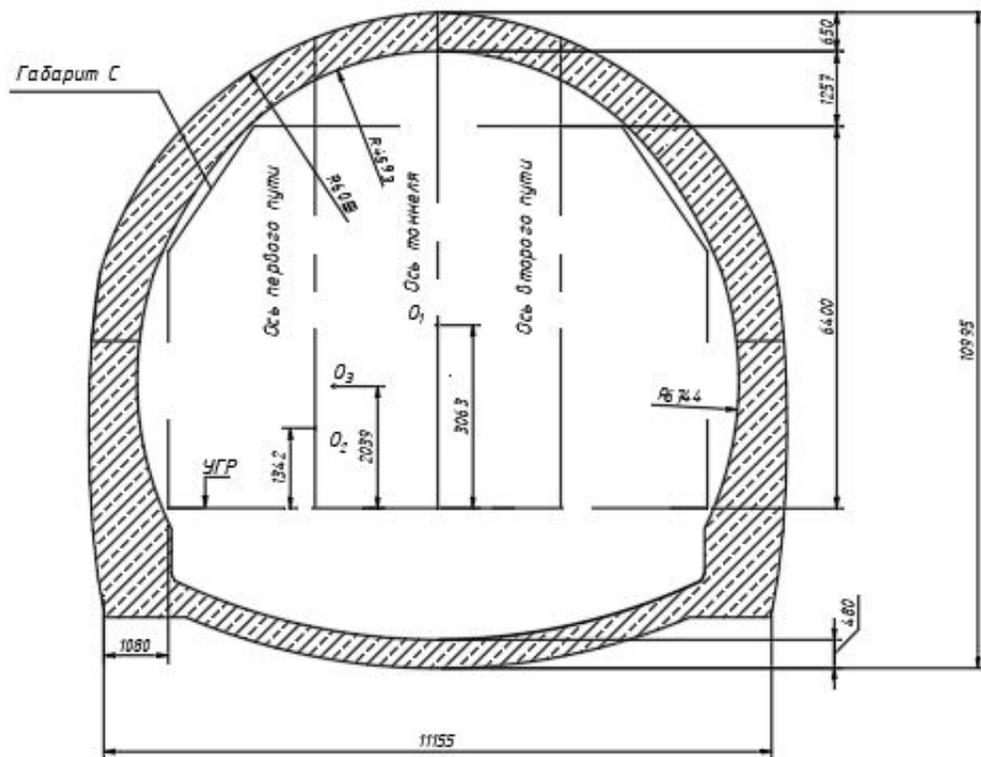
Габариты приближения строений железнодорожных тоннелей  
задают в соответствии с ГОСТ 9238-2013.

# Внутреннее и внешнее очертание обделки

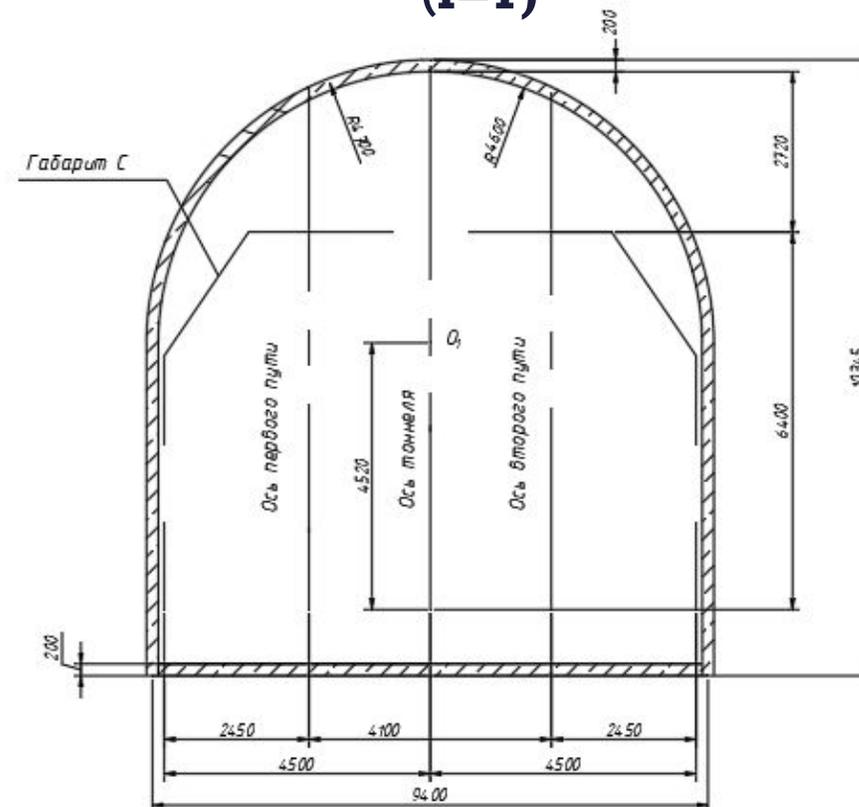


# Обделки сводового очертания

Конструкция тоннельной обделки тип 1  
( $f=3$ )



Конструкция тоннельной обделки тип 2  
( $f=7$ )



# Сбор нагрузок

Нормативные нагрузки от вертикального  $q_n$  и горизонтального горного давлений  $p_n$  определяются по формуле

$$\gamma = \rho g,$$

Для скальных грунтов, оказывающих вертикальное и горизонтальное давление высота свода обрушения определяется по формуле  
где  $L$  – величина пролета свода обрушения, определяемая по формуле

$$R = 10f$$

Нормативная нагрузка от собственного веса обделки рассчитывается по формуле

Расчетные значения нагрузок получают умножением нормативных нагрузок на коэффициенты надежности по нагрузке

$$p^p = \gamma_f \cdot p^H$$

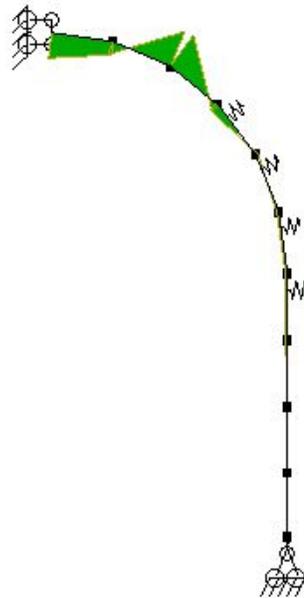
$$q^p = \gamma_f \cdot q^H$$

$$q_{CB}^p = \gamma_f \cdot q_{CB}^H$$

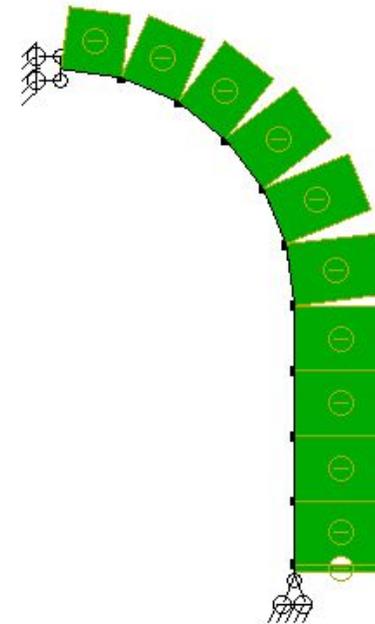


# Статический расчет обделки сводчатого очертания тип 2 ( $f=7$ )

Эпюра изгибающих моментов



Эпюра продольных сил



# Проверка прочности в опасных сечениях

Вычисление эксцентриситета

Проверка условий:

I условие:

Если условие выполняется, проверку сечения выполняем по формуле внецентренного сжатия

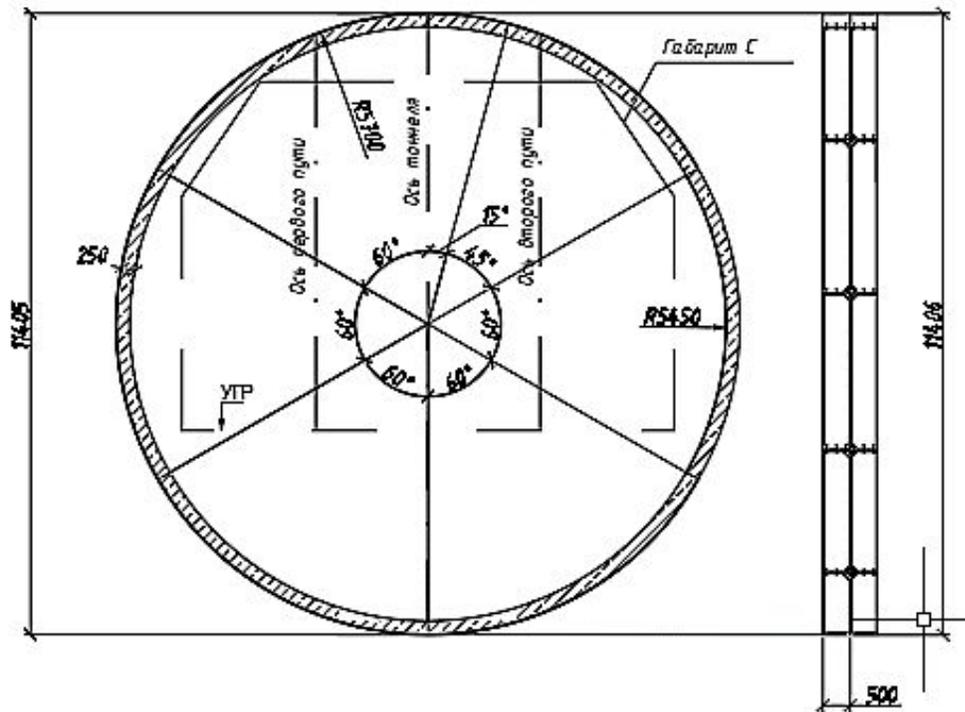
II условие:

Если условие выполняется, то необходимо проверить дополнительное условие

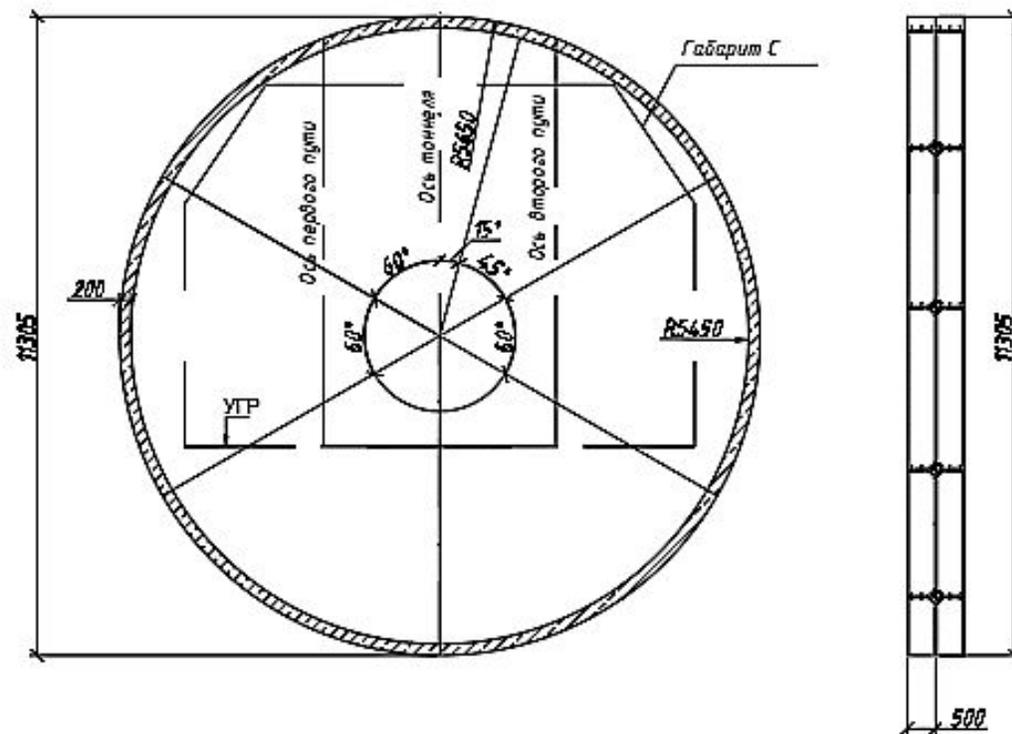
Если оба условия по эксцентриситетам выполняются, то проверку прочности производим по формуле:

# Обделки кругового очертания

Конструкция тоннельной обделки тип 1  
( $f=3$ )

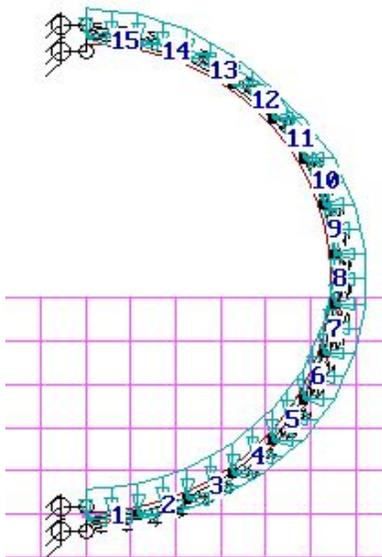


Конструкция тоннельной обделки тип 2  
( $f=7$ )

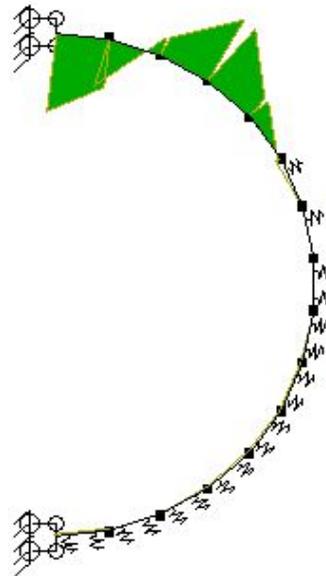


# Статический расчет круговой обделки типа 1 ( $f=3$ )

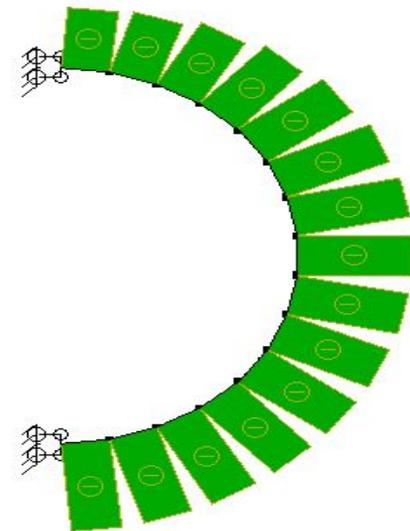
Расчетная схема с  
номерами стержней



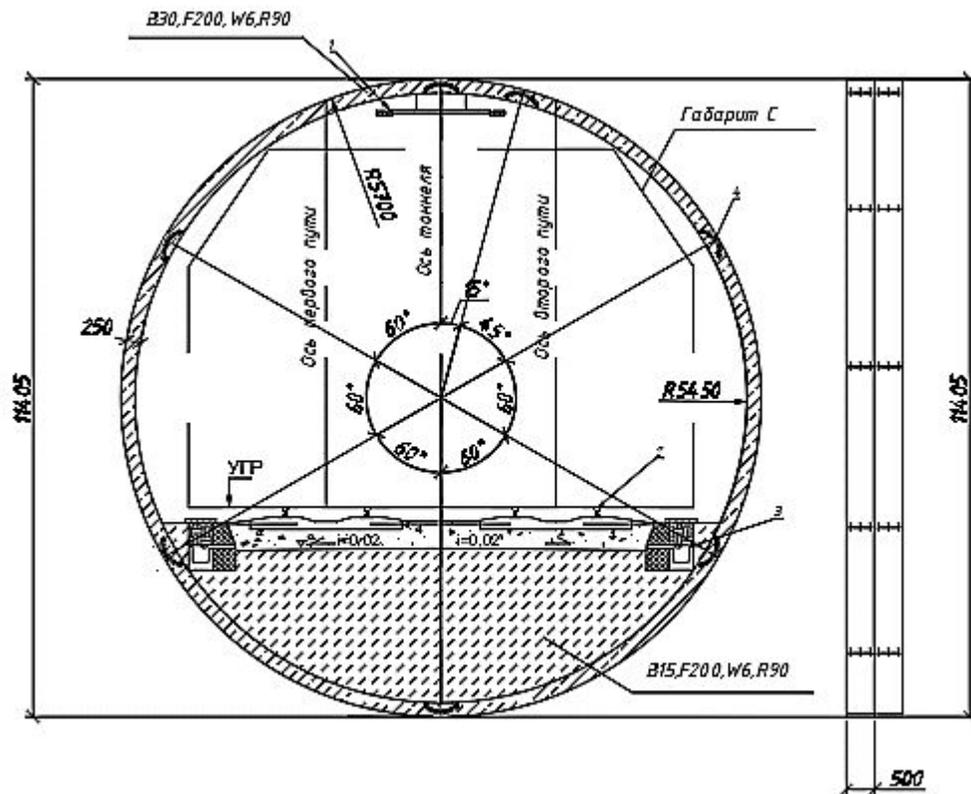
Эпюра изгибающих  
моментов



Эпюра продольных сил



## Конструктивный чертеж обделки кругового очертания (f=3-3,6) железобетонные блоки сплошного сечения

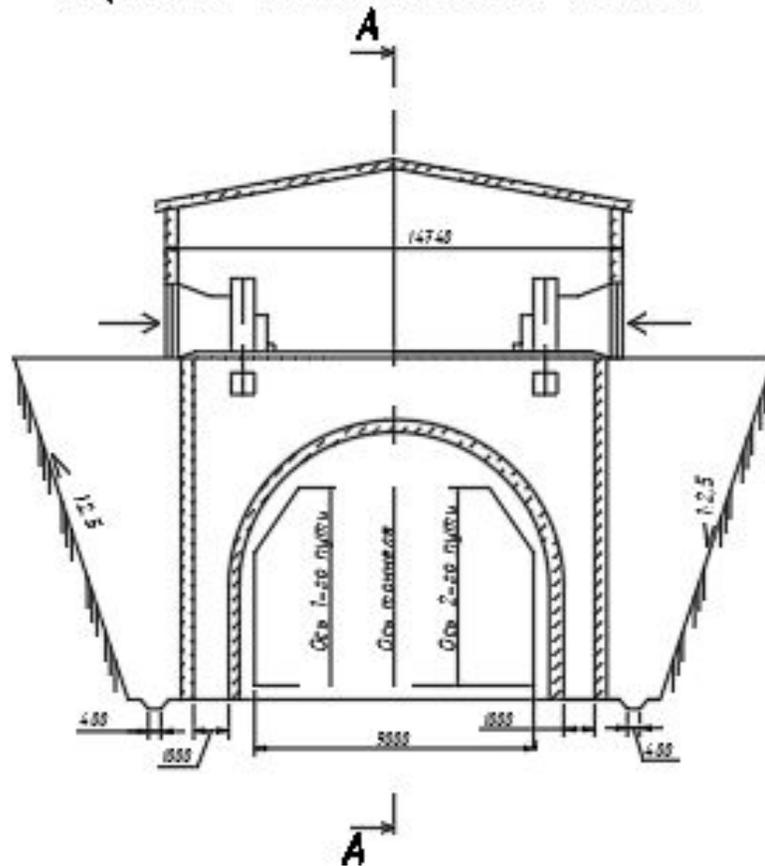


Обозначения:

- 1 - Светильники рабочего освещения;
- 2 - Рельс Р65;
- 3 - Водоотводной лоток;
- 4 - Высокопрочное болтовое соединение

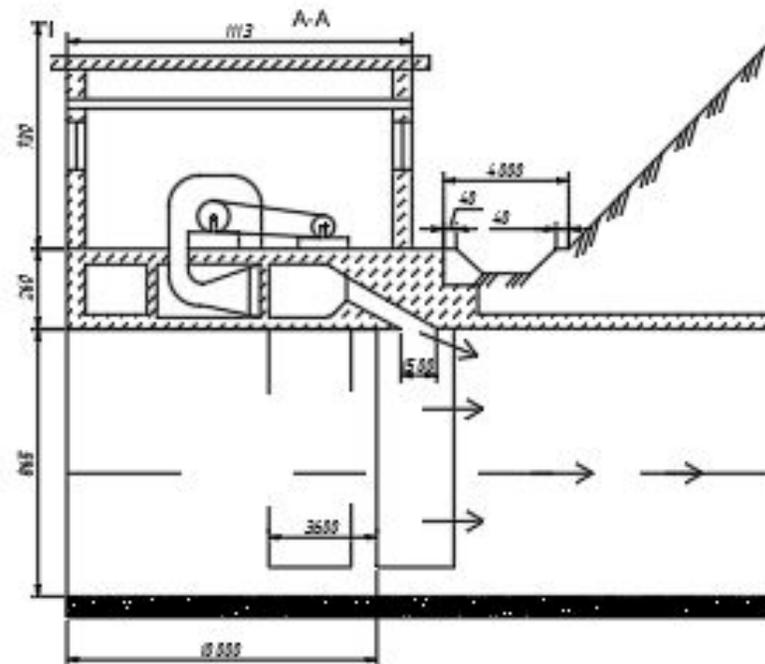
# Система вентиляции в тоннеле

*Портал и вентиляционное здание*



*Схема вентиляции тоннеля*

*М 1:200*



# Заключение

В ходе выполнения курсовой работы было запроектировано несколько тоннельных обделок : подковообразных (под горный способ) и круговых (под щитовой метод). Был выполнен статический расчет подковообразной и круговой тоннельных обделок, проверена их прочность. Запроектировано количество ниш и камер.





**Спасибо за внимание!**

