

## ТОННЕЛЬ, СООРУЖАЕМЫЙ ГОРНЫМ СПОСОБОМ

*Шарко Евгений Андреевич, студент 4-го курса  
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск  
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В рамках работы требуется спроектировать тоннель горным способом между двумя населёнными пунктами с целью облегчения транспортного сообщения. Было принято решение запроектировать автодорожный тоннель с двумя полосами движения общей протяжённостью 9 км. Для строительства тоннеля были выбраны два города: Гёшенен, Хоспенталь, Швейцария. Население составляет 436 тыс. и 254 тыс. человека. Плотность 5737 чел./км<sup>2</sup>. Тоннель будет проходить вдоль Gotthardstrasse. Глубина заложения тоннеля находится на глубине 150 м. Внешний диаметр обделки составляет 12 м. Так как реальная инженерно-геологическая ситуация неизвестна, то для простоты вычисления были приняты два грунта: песок и глина.

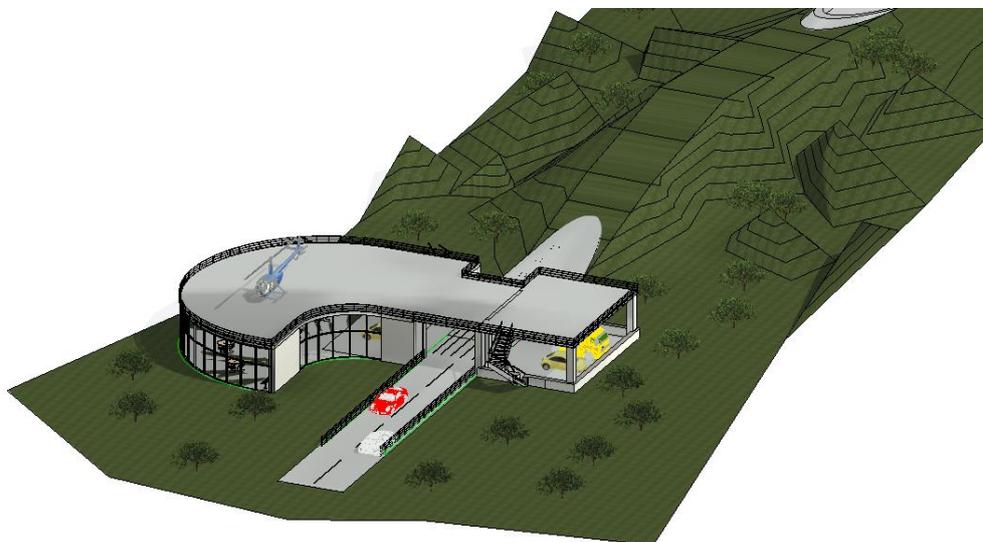


Рисунок 1 – Общий вид на вход в портал.



Рисунок 2 – Восточный фасад



Рисунок 3 – Западный фасад



Рисунок 4 – Южный фасад

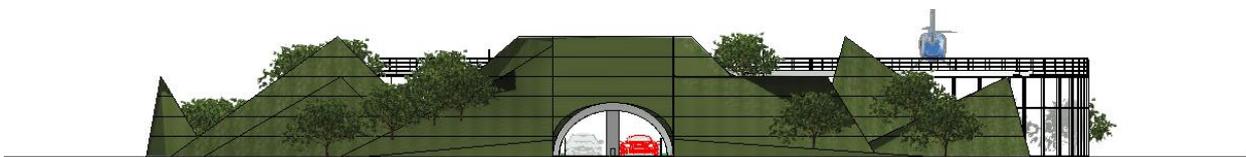


Рисунок 5 – Северный фасад

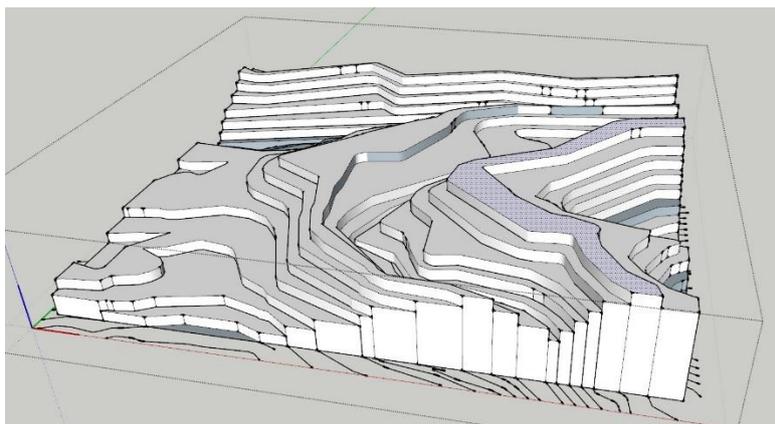


Рисунок 6 – Рельеф местности

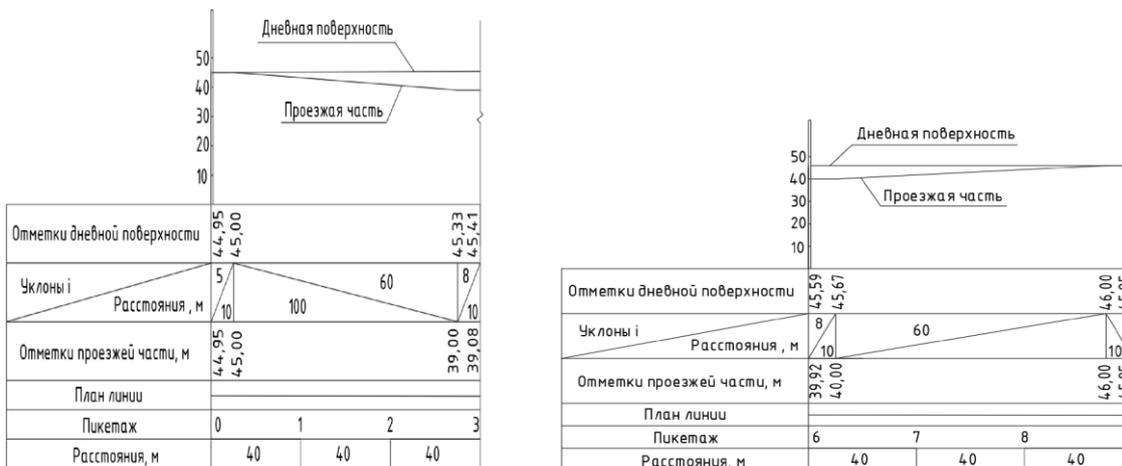


Рисунок 7 – Продольный профиль трассы в начале и конце тоннеля

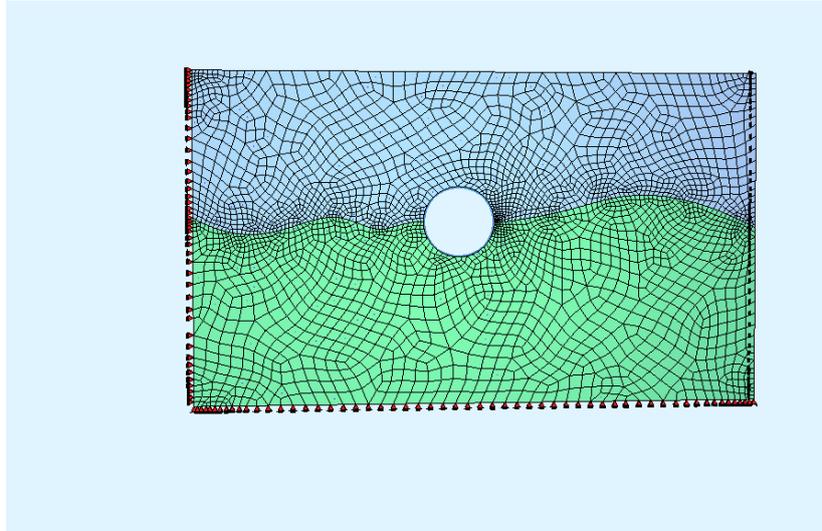


Рисунок 8 – Расчётная схема поперечного сечения с учётом застройки

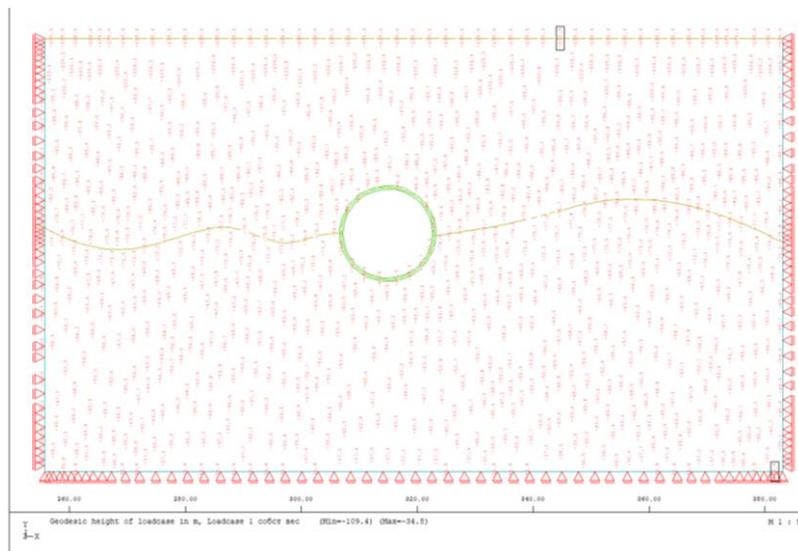


Рисунок 9 – Нагрузки от давления грунта на конструкции тоннеля

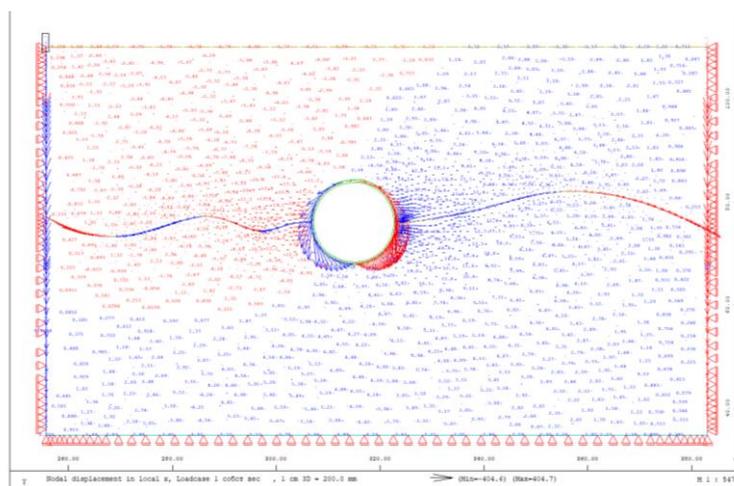


Рисунок 10 – Эпюра моментов, возникающая в конструкции железобетонной обделки на стадии завершеного строительства тоннеля



Рисунок 11 – Эпюра продольных усилий, возникающая в конструкции железобетонной обделки на стадии завершеного строительства тоннеля

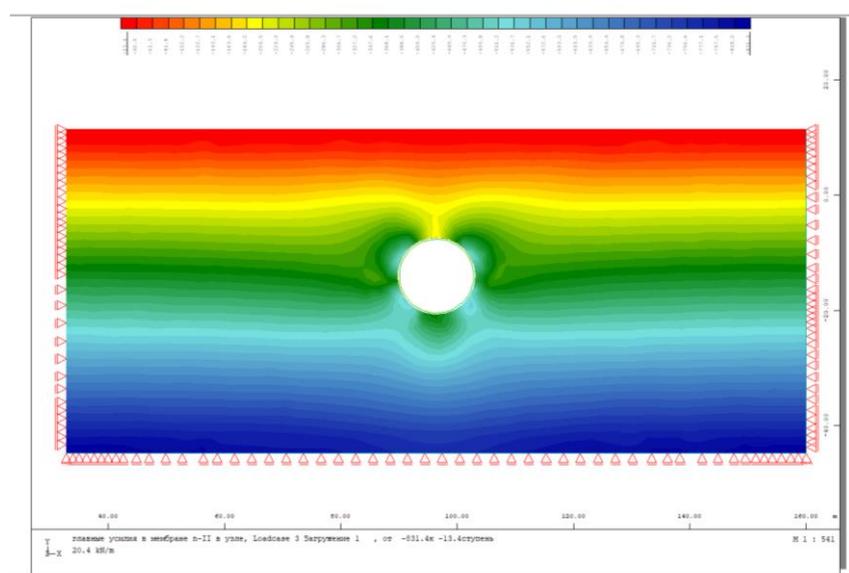


Рисунок 12 – Изополя перемещения по вертикали упругого полупространства совместного с железобетонной обделкой на стадии строительства тоннеля

Данный тоннель построен при помощи горного способа строительства, в отличие от открытого, полукрытого и опускного способа, здесь все работы происходят без нарушения поверхности. Горный способ может быть, как механизированный, так и немеханизированный.

Немеханизированный или полумеханизированный – это поэтапная разработка горной породы с ее удалением, при которой для защиты от обрушения тоннеля используют деревянные каркасы, обычно это делается в виде веерной крепи. В данном случае всю работу выполняют люди, что является минусом так как работа идет медленно, высокая трудоемкость. В настоящее время немеханизированным способом никто не пользуется. Он используется в основном в аварийных ситуациях, когда невозможно применение техники.

Различают три основных немеханизированных способа: австрийский, бельгийский, германский.

Механизированный способ, который был использован в строительстве данного тоннеля отличается от предыдущего большей производительностью и эффективностью, все работы выполняет специализированная техника. Разработка горной породы идет быстрее и более крупными элементами, так же погрузка транспортировка и установка обделки происходит механизировано. Для защиты используют облегченные временные крепи. Различают три основных механизированных способа: способ сплошного забоя, ступенчатого забоя, ново-австрийский. Ново-австрийский был использован в этом тоннеле так как из-за большой глубины залегания тоннеля была возможность использовать породу окружающую тоннель в связке с крепями из чего получалась более надежная конструкция.

Все работы далее выполняются только после установки крепи, под ее защитой и возводится тоннельная обделка.