

Рисунок 1 – Наноструктура с НЧ Ag на стеклянной и кремниевой подложках, соответственно, полученная методом лазерной абляции в атмосфере воздуха

### Список использованных источников

1. Numerical simulation of fiber-optic photoacoustic generator using nanocomposite material / Ye Tian [et al.] // J. of Comput. Acoustics. – Vol. 21. – art. No. 1350002.
2. Nondestructive characterization for PDMS thin films using a miniature fiber optic photoacoustic probe / Xiaotian Zou [et al.] // Proc. of SPIE - The Int. Soc. for Opt. Eng. – Vol. 8694. – P. 86940-86940.
3. Микитчук Е. П. Моделирование электромагнитных свойств серебряных наноструктур на подложке в атмосфере воздуха / Е. П. Микитчук, К. В. Козадаев // Журнал. Бел. гос. ун-та. Сер. Физика. – 2017. – № 1. – С. 100–107.
4. Микитчук Е.П. Моделирование взаимодействия между серебряными наночастицами в двумерном массиве на стеклянной подложке / Е.П. Микитчук, К.В. Козадаев // Ж. Прикл. Спектроскоп. – 2016 – Т. 83, № 6. – С. 947–952.
5. Goncharov V.K. Diagnostics of the monolayer silver nanostructures on a solid substrate using the bifactorial analysis of the SPR band / V.K. Goncharov, K.V. Kozadaev, A.P. Mikitchuk // High Temp. Mat. Processes: Int. Quarterly of High-Technol. Plasma Processes. – 2014. – V.18, №3. – P. 217–229.
6. Goncharov V.K. Investigation of noble metals colloidal systems formed by laser synthesis at air / V.K. Goncharov, K.V. Kozadaev, D.V. Shchegrikovich // Adv. in Opt. Tech. – No. 907292.

УДК 721.021.23

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКЦИИ AUTODESK И DYNAMO В ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ

Мусиенко Ю.А.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: musienko97@yandex.ru

**Abstract.** *In this article the speech about expediency of application of BIM of modeling will go to tunneling. We will review a concrete example of modeling of a tunnel with application of a linking of Revit and Dynamo. I will tell you about benefits on economic indicators and you will be pleasantly surprised.*

Autodesk – лидер в 3D проектировании, инженерного и развлекательном программном обеспечении. Если вы когда-либо управляли высокоэффективным автомобилем, восхищались высоким небоскребом, использовали смартфон или посмотрели крутой фильм, возможно вы испытали то, что испытывают миллионы клиентов, работающих с продуктами Autodesk.

Autodesk Revit – это инструмент информационного моделирования здания (BIM), который позволяет создавать дизайн для архитектурных, структурных и MEP (механика, электричество и сантехника) дисциплин. Revit использует инструменты для разработки BIM в большинстве строительных проектов. По исследованиям проводимых в Великобритании 2016 года, Revit – самый популярный инструмент для проектирования.

Поскольку его основные преимущества были выявлены для строительных проектов, использование BIM также возрастает быстрыми темпами для проектов в области инфраструктуры. Autodesk предлагает программные решения для этой цели и настоящее время предлагает работу в облаке, где над одним проектом может работать сразу несколько человек и как следствие получения более точной, эффективной модели.

С другой стороны, инфраструктурные проекты включают компоненты неправильной геометрии, такие как туннели. Это совершенно непростая задача - создать точную геометрию, горизонтальные и вертикальные кривые. Будучи такой сложной задачей Revit все еще является решением "головной боли" инженеров.

Можно найти много методов для создания туннелей. В том случае, если строительная компания хочет создать имитацию конструкции, можно создавать туннели в качестве типовой модели в Revit и раздельными туннелями с равным интервалом в Dynamo. В свою очередь Autodesk Civil 3D может предоставить 3D геометрию пути, которая нам необходима. (см. рис.1.1). А также не составляет труда редактировать компоненты (рис 1.2.).

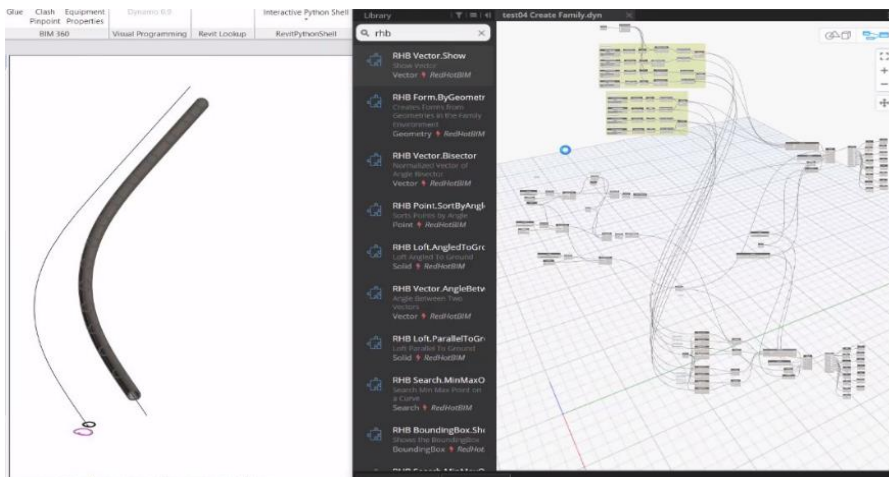


Рисунок 1.1 – 3D геометрия туннеля

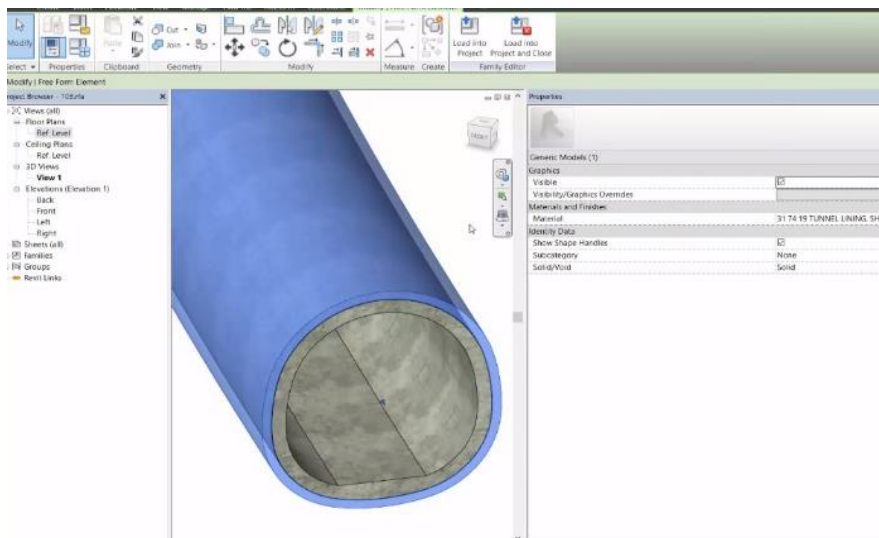


Рисунок 1.2 – Редактирование элементов туннеля

В случае, когда подрядчик запрашивает физический прогресс в течение периодического времени, например, ежемесячно, прогресс может быть различным в каждом периоде. Создавая параметры смещения и длины для типичных адаптивных семейств туннелей, туннели могут создаваться с различными интервалами. Первый компонент туннеля имеет 0-метровое смещение со значением длины, которое обеспечивается ежемесячным прогрессом. Компонент, который отображает следующий месяц, будет иметь значение смещения, равное предыдущей длине компонента, а новое значение длины исходит из текущего прогресса.

Например, в проекте смещение первого компонента составляет 0 м, а прогресс – 34,98 м. (см. рис 1.3). В следующем месяце значение смещения равно значению длины предыдущего месяца. Следующий прогресс – 25,8 м (рис 1.4).

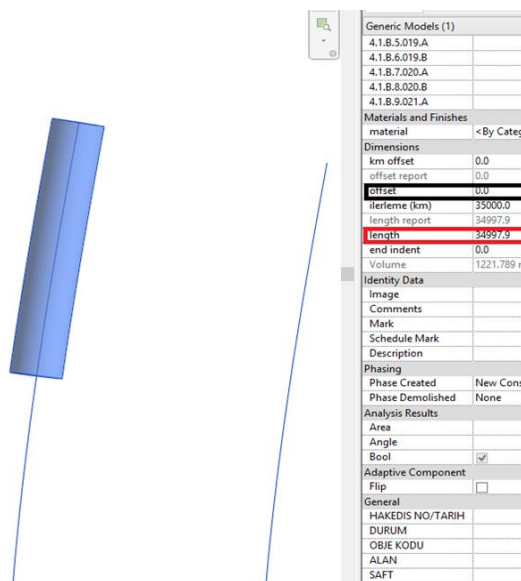


Рисунок 1.3 – Построение первого компонента туннеля

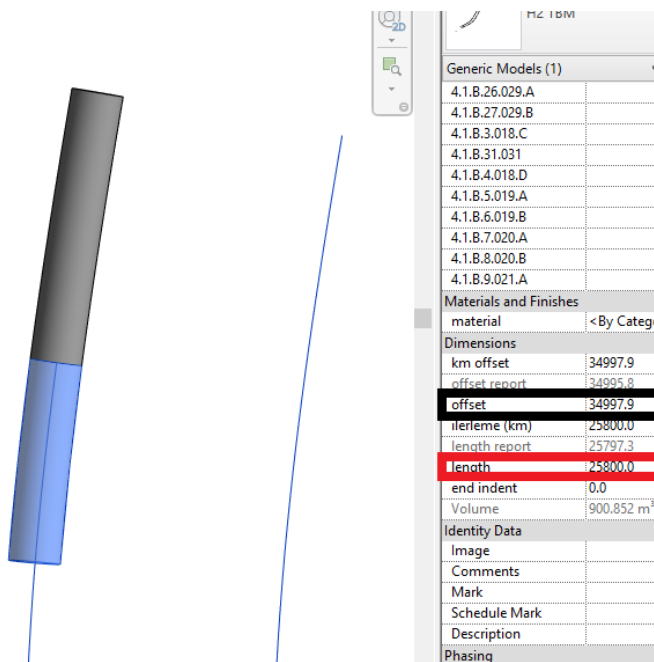


Рисунок 1.4 – Построение второго компонента туннеля

В заключении добавлю, то что автоматизация проектирования существенно сокращает расходы, около 20-30% затрат строительства. Примерно 60% трат на здание во всем его жизненном цикле – это эксплуатация. Где-то 40% расходов приходится на строительство, а на проектирование дается малая доля инвестиций. В СНГ нормальным удорожанием объекта в процессе строительства составляет около 20% его предварительной стоимости, обычным делом является и 50% погрешности. Стоит отметить, что грамотная работа проектировщиков может сократить ее до 5-7%.

Например, проектировщики дорог в Сочи. Чтобы удостовериться, что на начало строительства отсутствуют ошибки, на каждый объект специалисты Autodesk строили BIM модель на основании 2D. BIM модель одного технологического заезда, который построили за 15 минут, позволила найти ошибку в расчетах на 70 тысяч долларов. А таких ошибок было найдено на сотни тысяч.

УДК 624.195

### **ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГОРОДСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ И ПЕШЕХОДНЫХ ТОННЕЛЕЙ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ ПОД ТРАНСПОРТНЫМИ МАГИСТРАЛЯМИ**

*Новик С.В.*

*Белорусский национальный технический университет  
e-mail: serega0201@gmail.com*

***Abstract.** In this article, we will consider the advantages and disadvantages of constructing tunnels of small deposits in urban conditions. We will get acquainted with the existing methods of construction, as well as the problems that arise in their implementation.*

Тяжело представить жизнь современного мегаполиса без тоннелей. Пешеходные, автомобильные и конечно линии метрополитенов (рис. 1) – все они служат одной важной миссии, а именно, упорядочивают циркуляцию пассажирских и транспортных потоков, не допуская перегруженности, и обеспечивают безопасность каждому из участников движения. А самый действенный способ снизить риск столкновений пешеходов и автомобилистов – это развести их перемещения по разным уровням. И среди возможных решений наиболее предпочтительным является сооружение тоннелей. При том в городских условиях их строят, чаще всего, мелкого заложения (до 10-15 м). К примеру, пешеходные тоннели характеризуются глубиной залегания (до 3-3,5 м), что очень удобно для пешеходов из-за относительно низкой разности между отметками уровня земли. Для сравнения, у пешеходных мостов эта разница достигает 4,5-5 м, а у мостов через железнодорожные пути и вовсе увеличивается до 6,5-7 м. Пешеходные тоннели не стесняют проезжую часть дороги, защищают людей от воздействия вредных газов и неблагоприятных погодных условий, легче осуществляется их связь с наземными и подземными сооружениями. Однако наряду с таким количеством плюсов именно тоннели являются наиболее финансово затратными и трудоёмкими в постройке. Это связано в первую очередь с необходимостью выполнения больших объёмов земляных работ, а также переустройства подземных коммуникаций.

В зависимости от условий строительства городские тоннели мелкого заложения, как правило, строятся открытым либо закрытым способом (рис. 2-3). Это зависит от места расположения, гидрогеологических условий, плотности подземных коммуникаций, урбанизации района, а также от степени загруженности наземных магистралей или ж/д путей.

Так, на городских окраинах строительство чаще всего ведётся открытым методом. Раскапывается котлован и непосредственно в нем строится тоннель. Для этого отлично подходит «миланский способ». В первую очередь строители возводят стены, затем укладывают на них перекрытия и сразу запускают движение транспорта. А внутри тем временем продолжается строительство.