

ТОННЕЛИ

Янковский Дмитрий Николаевич, студент 1-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук., доцент)

Издавна, тоннели использовались для разных целей. Некоторый для добычи руды, другие для линий метро, дорожных путей, каналов проведения воды

Сначала тоннель выкапывают, а после облицовывают по мере необходимости, для дополнительной опоры. Туннели под водой в настоящее время обычно строятся с использованием погруженной трубы: длинные сборные секции труб плавают к месту строительства, погружаются в подготовленную траншею и засыпаются. У всех подземных работ есть ряд трудностей, которые возникают во время их строительства. Многие из них возникают из-за притоков воды, слабости грунту, а размеры отверстий по большей мере усиливают эти трудности.

Методы туннелирования придумывались ещё в древние времена. Египтяне разработали технику резания мягких пород медными пилами и полыми камышовыми сверлами. Греки и римляне широко использовали туннели для рекультивации болот. Возможно, самым большим туннелем в древние времена являлся дорожный туннель длиной 4800 футов, шириной 25 футов и высотой 30 футов между Неаполем и Поццуоли, выполненный в 36 году до нашей эры. Чтобы избежать необходимости в облицовке, большинство древних туннелей выкапывали в прочных скалах. Методы вентиляции были примитивны, часто ограничиваясь размахиванием брезентом у входа в шахту. Большинство туннелей унесли жизни сотен или даже тысяч рабочих.

Так как в Средневековье основным применением туннелей являлось горнодобывающая промышленность, то следующим крупным достижением стало увеличение внимания в сторону дорожных туннелей в Европе в 17 веке. Одновременно через Альпы начали прокладывать железнодорожные туннели. Первый из них, туннель Мон-Сени. Только спустя 14 лет после начала стройки его инженеру Жермен Соммайлер удалось закончить строительство этого туннеля, длиной 8.5 миль. В процессе он внедрил много новаторских технологий, включая рельсовые буровые вагоны, гидравлические воздушные компрессоры и строительные лагеря для рабочих с школами, больницами, зданиями отдыха и ремонтными мастерскими. Соммайлер так же запомнился как

создатель пневматической дрели, которая в дальнейшем позволила ускорить продвижение тоннелей со скоростью 15 футов в день, что на те времена было очень хорошим показателем. Однако некоторое время спустя эта разработка был заменена более прочными свёрлами, разработанными в Соединённых Штатах Америки.

В 1908 году в Летшберге произошла крупная катастрофа. Когда один из кораблей проходил под долиной реки Кандер, массивный поток воды, гравия и обломков скал заполнил туннель длиной 4300 футов, похоронив весь экипаж из 25 человек. Группа геологов предсказывала, что туннель будет находится в твёрдой породе и ему ничего не грозит. Но дальнейшее исследование показало, что коренная порода лежит намного глубже. После этого события необходимость геологических исследований была неоспорима. В дальнейшем туннель был перемещён примерно на одну милю вверх по течению, где он спокойно пересёк долину Кандер.

Туннелирование под реками считалось невозможным до момента изобретения защитного щита английским инженером Марком Брюнели. Впервые щит был использовали в 1825 году, в туннеле Уоппинга-Ротерхита. После нескольких неудач с наводнениями, Брюнели всё-таки удалось построить второй щит. Так, спустя 9 лет после начала строительства, в 1841 году открылся туннель длиной 1200 футов. В 1874 году Грейтхед сделал подводную технику действительно практичной, усовершенствовав и механизировав щит, а также внедрив применение сжатого воздуха в строительство тоннелей под водой, чтобы сдерживать давление воды. Одним из применений этого принципа являлось попытка проложить туннель под Нью-Йоркской рекой Гудзон в 1880 году. Однако, когда было раскопано 1600 футов, было принято решение отказаться, так как строители столкнулись с некоторыми трудностями и человеческими потерями. Первое крупное применение метода "щит плюс сжатый воздух" произошло в 1886 году в лондонском метро, где он достиг неслыханного рекорда в семь миль туннелирования без единого смертельного случая. Грейтхед так тщательно разработал свою методику, что она успешно использовалась в течение следующих 75 лет без каких-либо существенных изменений.

С распространением подводного туннелирования большинство железнодорожных тоннелей и пешеходных тоннелей были построены с использованием щита "Greathead". Однако строители автомобильных тоннелей столкнулись с ещё одной проблемой: ядовитые газы, производимые двигателями внутреннего сгорания автомобилей. Решение этой проблемы нашёл Клиффорд Холланд, применив его в туннеле построенным под Гудзоном в 1927 году, который теперь носит его имя. Проблему получилось решить с помощью

огромной мощности вентиляторов на каждом конце тоннеля. Принцип их работы заключался в нагнетании воздуха через канал под проезжей частью и вытяжным каналом над потолком. Однако не обошлось и без трудностей. Такой метод значительно увеличивал размеры тоннеля.

С 1950-го года большинство подводных конструкций строились по принципу погружных труб. При котором длинные трубные секции изготавливались заранее, буксировались на место, погружались в предварительно вырытую траншею, соединялись с уже установленными секциями и затем засыпались. Эта базовая процедура была впервые использована в ее нынешнем виде на железнодорожном туннеле Детройт-Ривер между Детройтом и Виндзором, Онтарио. Основным преимуществом этого метода являлось отсутствие высоких затрат, а так же рисков во время строительных работ, так как работа внутри такого сооружения происходила при атмосферном давлении.