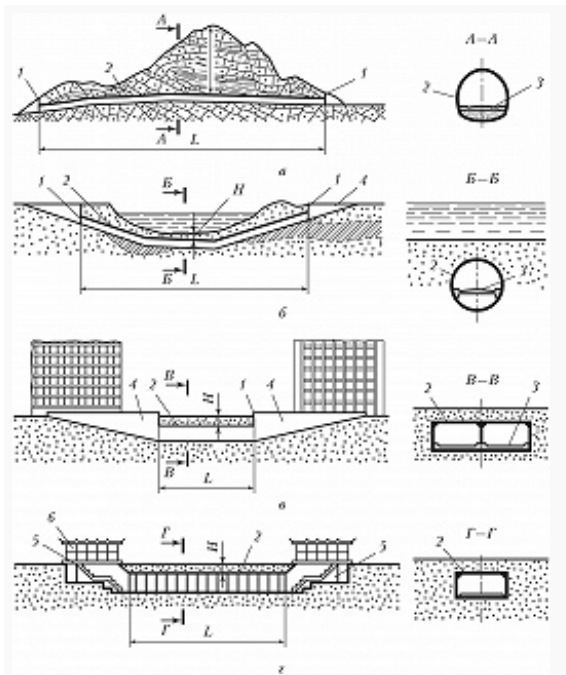


ТОННЕЛЬ

Авторы: Л. В. Маковский



Схемы горного (а), подводного (б), городского (в) и пешеходного (г) тоннелей: 1 – портал; 2 – тоннель; 3 – проезжая часть; 4 – рампа; 5 – лестничный сход; 6 – павильон; Н – глубина заложения; L – длин...

ТОННЕЛЬ, туннель (англ. tunnel, от франц. tonnelle – круглый свод), протяжённое подземное (подводное) сооружение для пропуска транспортных средств, пешеходов, воды, прокладки инж. коммуникаций и др. По назначению различают транспортные Т. (см. [Автодорожный тоннель](#), [Железнодорожный тоннель](#), [Метрополитен](#)), [пешеходные тоннели](#), [гидротехнические туннели](#), а также коммунальные (в т. ч. канализационные, кабельные, для тепло- и газоснабжения), горнопромышленные (для удаления породы и руды, вентиляционные, дренажные) и специальные (напр., оборонного характера, для науч. исследований); по месту расположения – [горные тоннели](#), [подводные тоннели](#) и [городские тоннели](#). Т. начали строить в глубокой древности для прохода людей, добычи

полезных ископаемых и пропуска воды. В 2180 до н. э. в Вавилоне под р. Евфрат построили пешеходный Т. длиной 920 м; в 6 в. до н. э. на о. Самос в Эгейском м. – гидротехнич. Т. для водоснабжения длиной 1600 м. В сер. 19 в. началось строительство ж.-д., а в нач. 20 в. – автодорожных Т.; первый метрополитен сооружён в Лондоне в 1863. К сер. 2010-х гг. в мире проложено Т. общей протяжённостью св. 1,5 млн. км (см. также табл.).

Наиболее крупные тоннели

Название, страна	Назначение	Длина,	Год
		км	постройки
Делавэрский, США	Гидротехнический	137,0	1945
Пяйянне, Финляндия	Гидротехнический	120,0	1982
Сэйкан, Япония	Подводный, железнодорожный	53,9	1986
Евротоннель, Великобритания – Франция	Подводный, железнодорожный	50,5	1994
Лёчберг, Швейцария	Горный, железнодорожный	34,6	2007
Тайханшань, Китай	Горный, железнодорожный	27,8	2008
Юра, Франция – Швейцария	Ускоритель заряженных частиц	27,0	1988
Лердал, Норвегия	Горный, автомобильный	24,5	2000
Северо-Муйский, Россия	Горный, железнодорожный	15,3	2001

Объёмы тоннельного строительства непрерывно возрастают. Завершается сооружение уникальных трансальпийских ж.-д. тоннелей Бреннер и Сен-Готард протяжённостью до 57 км. Разработаны проекты грандиозных подводных Т. под Тайваньским (124 км), Беринговым (90 км) и Гибралтарским (38 км) проливами. В ряде ж.-д. Т. большой протяжённости предусматривается перевозка автомобилей на спец. платформах (напр., в Евротоннеле под прол. Ла-Манш). Место расположения Т., его длина, глубина заложения, очертание в плане и профиле, форма и размеры поперечного сечения, конструктивные особенности определяются топографич., климатич. и инженерно-геологич. условиями, способом строительства, а также экономич. и экологич. соображениями и регламентируются соответствующими нормативными документами.

Конструкции Т. весьма разнообразны и в зависимости от назначения и способа строительства выполняются сводчатого, кругового или прямоугольного очертания (см. рис.) из монолитного бетона, железобетона, набрызг-бетона, чугуна или стали.

Обделку Т. рассчитывают исходя из наиболее неблагоприятных сочетаний постоянных и временных нагрузок, действующих на стадиях строительства и эксплуатации, методами строят. механики и механики грунтов с использованием совр. вычислит. техники.

Строительство Т. осуществляют горным, щитовым, открытым, полуоткрытым, опускным или спец. методами. Горный метод наиболее эффективен в скальных и полускальных грунтах, которые разрабатывают буровзрывным способом или с помощью тоннелепроходч. машин. Для временного крепления выработки применяют анкерную, арочную или набрызг-бетонную крепь. Обделку возводят в передвижной опалубке. Щитовой метод целесообразно применять в мягких и слабых грунтах.

Существуют разл. механизиров. и автоматизиров. щитовые агрегаты для проходки Т. диаметром от 2 до 15 м, оснащённые породоразрушающими рабочими органами роторного, планетарного, фрезерующего и экскаваторного действия. Для стабилизации неустойчивых грунтов в забое устраивают пригрузочные камеры, заполняемые под давлением глинистым раствором или пеногрунтом. Механизиров.

проходческие щиты входят в состав тоннелепроходч. комплексов, оборудованных системами для удаления грунта, возведения и гидроизоляции обделки и др. Скорости щитовой проходки Т. диаметром 5–6 м достигают 1000 м/мес и более. При строительстве Т. мелкого заложения применяют преим. открытый (котлованы) и полуоткрытый (траншейный) методы, предусматривающие предварит. вскрытие поверхности земли. Короткие участки Т. под дорогами, дамбами, каналами и пр. сооружают методом продавливания готовых секций обделки домкратными установками с одновременной разработкой грунта. Подводные Т. часто сооружают из отд. опускных секций длиной до 150 м и массой до 50 тыс. т, которые изготавливают на берегу, транспортируют в створ Т., опускают на дно подводного котлована, стыкуют между собой и засыпают грунтом. В сложных инженерно-геологич. условиях применяют спец. методы, предусматривающие осушение и закрепление неустойчивых грунтов: искусств. замораживание, химич. закрепление, водопонижение, струйную

цементацию и др. Для нормального и безопасного функционирования транспортных и коммунальных Т. их оборудуют системами вентиляции, освещения, водоотвода, противопожарными устройствами, устраивают эвакуационные выходы на случай аварийной ситуации. Для обеспечения эксплуатац. надёжности и долговечности Т. осуществляют текущее содержание и технич. надзор за сооружениями, а в случае необходимости выполняют ремонт и реконструкцию тоннелей.

Литература

Лит.: Тоннели и метрополитены / Под ред. В. Г. Храпова. М., 1989; Маковский Л. В. Проектирование автодорожных и городских тоннелей. М., 1993; Абрамчук В. П., Власов С. Н., Мостков В. М. Подземные сооружения. М., 2005; Строительство автодорожных и городских тоннелей / Под ред. Л. В. Маковского. М., 2014.