

# ЭВОЛЮЦИЯ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕ

М. О. ЛЕБЕДЕВ,

заместитель генерального директора по НИР  
АО «НИПИИ «Ленметрогипротранс», к. т. н., доцент

**В РАЗВИТИИ СОВРЕМЕННЫХ МЕГАПОЛИСОВ ВАЖНЕЙШУЮ РОЛЬ ИГРАЮТ ПОДЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ АРТЕРИИ – МЕТРОПОЛИТЕНЫ. ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИХ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРОШЛИ СЛОЖНЫЙ ПУТЬ. НА СМЕНУ РУЧНОМУ ТРУДУ И СЛОЖНЫМ СПЕЦИАЛЬНЫМ МЕТОДАМ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИШЛИ КОМБИНИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, НАБРЫЗГ-БЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ И МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ПРОХОДСКИЕ КОМПЛЕКСЫ.**

**В ДАННЫЙ МОМЕНТ В РОССИИ И В ДРУГИХ СТРАНАХ ПОСТСОВЕТСКОГО ПРОСТРАНСТВА НАКОПЛЕН БОГАТЫЙ ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ УНИКАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ, ВКЛЮЧАЯ СТРОИТЕЛЬСТВО ДВУХЭТАЖНЫХ СТАНЦИЙ, ТОННЕЛЕЙ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА И СИСТЕМ МЕТРОТРАМВАЯ. ВОПРОСЫ СОХРАНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ЗАВЕРШЕНИЯ ДОЛГОСТРОЕВ СЕГОДНЯ НАХОДЯТСЯ В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ ПРОЕКТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ.**

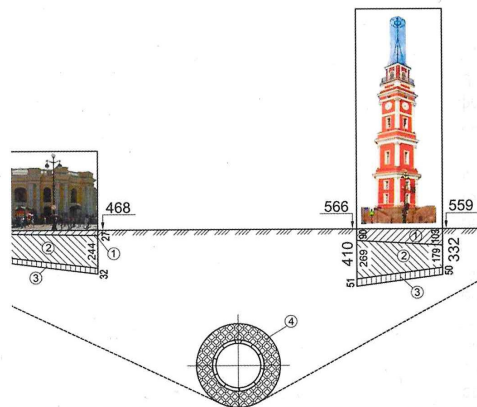
**ПРОЙДЕННЫЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫМИ МЕТРОСТРОИТЕЛЯМИ ПУТЬ ПОЗВОЛЯЕТ ДЕТАЛЬНО РАССМОТРЕТЬ СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ПРОАНАЛИЗИРОВАТЬ ИСТОРИЮ ИХ РАЗВИТИЯ И РАССМОТРЕТЬ ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРОПОЛИТЕНОВ В КРУПНЕЙШИХ ГОРОДАХ.**

Первыми открыты в стране были классические метрополитены Москвы в 1935 году и Санкт-Петербурга в 1955 году. В 1960 году в честь 43-й годовщины Великого Октября открыт первый участок Киевского метрополитена, затем метрополитен в Баку, Тбилиси. В 2004 году был введен в эксплуатацию первый участок Казанского метрополитена, приуроченный к 1000-летию города.

Помимо классических метрополитенов, в стране существует и альтернативная форма подземного транспорта – скоростной трамвай в Волгограде, сочетающий наземные линии и подземные участки. Его строительство началось в 1970 году, первая очередь открылась в 1984-м, а вторая – в 2011 году. Общая протяженность линии составляет 17,3 км, из которых 7 км проходят под землей. На линии расположены 22 станции: 16 наземных, 5 подземных мелкого заложения глубиной от 5 до 14 м и 1 крытая эстакадная высотой 15 м.

Если обратиться к истории первой половины XX века, когда началось строительство метрополитенов не только в СССР, но и во всем мире, то можно отметить, что работы выполнялись с огромной долей ручного труда. Первый участок Санкт-Петербургского метрополитена, открытый 15 ноября 1955 года и включивший 7 станций от «Площади Восстания» до «Автово», строился с применением специальных способов.

Последствия применения последних, в том числе заморозки грунтов, проявлялись в значительных осадках на земной поверхности. Строительство станций «Невский проспект» и «Гостинный двор» в историческом центре Ленинграда в 1967 году вызывало осадку земной поверхности до 50 см.



Оседание основания зданий Городской думы (справа) и Гостинного двора (слева) при строительстве станций «Невский проспект» и «Гостинный двор». 1967 г.



Список действующих, строящихся и планируемых метрополитенов России

Оседания оснований зданий бывшей Городской думы и Гостиного двора формировались от 4-х основных факторов: от проходки тоннелей станции «Невский проспект», от проходки наклонного хода после оттаивания ледогрунтового ограждения, от проходки тоннелей станции «Гостинный двор», а также от самого ледогрунтового ограждения наклонного хода.

Одно из последствий применения старой технологии тех лет заключалось в том, что здания, попадавшие в активную зону осадок, приходилось разбирать, а на их месте возводить новые сооружения.

Различные специальные способы строительства, которые необходимо было разрабатывать для снижения деформаций земной поверхности, реализовывались в разных видах конструкций и технологий, обеспечивающих устойчивость окружающего вмещающего массива и сохранность зданий на земной поверхности. Один из методов стабилизации грунтов при строительстве наклонного тоннеля – комбинированная технология, при которой использовалась цементация для стабилизации грунтов вокруг тоннеля с последующим подмораживанием по периметру будущего подземного сооружения.

Еще один способ с большим объемом специальных работ по обеспечению устойчивости вмещающего массива – использование фиброглассовых анкеров и так называемый «камбрелла-зонтик», возводившийся впереди забоя для обеспечения устойчивости и снижения деформаций земной поверхности.

В 1974–2014 гг. на опытных участках внедряли набрызг-бетонные конструкции при строительстве гори-

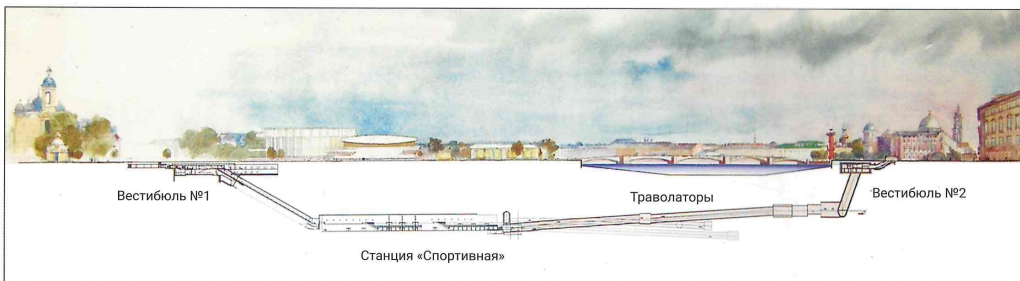
зонтальных тоннелей, в частности, при проходке вентиляционных сбоек. Была разработана технологическая схема проходки в набрызг-бетоне, позволяющая оперативно возводить первичную обделку.

Для контроля за состоянием подземного сооружения в обделке размещались датчики, с помощью которых измерялись возникающие усилия.



Применение набрызг-бетонных конструкций при строительстве горизонтальных тоннелей. Общий вид построенной вентсбойки

По проектам института «Ленметрогипротранс» построено большое количество подземных сооружений, являющихся пилотными не только в России, но и на всей территории СНГ. Уникальной является единственная на постсоветском пространстве двухэтажная пере-



Строительство метро глубокого заложения

садовая станция под единым сводом «Спортивная», построенная в Санкт-Петербурге в сложные 90-е годы.

Еще один знаковый объект, возведенный к чемпионату мира по футболу 2018 года, — станция «Новокрестовская». Особенность этой станции заключается в том, что ее строительство выполнялось на намывных территориях с использованием первого запроектированного в России двухпутного перегонного тоннеля. Объемно-планировочные решения станции спроектированы таким образом, чтобы принимать пиковую пассажирскую нагрузку при проведении мероприятий на стадионе «Зенит».

Перспективной разработкой, пока не реализованной в широкой практике России, является строительство тоннелей большого поперечного сечения диаметром 13 м. Преимущество их заключается в том, что в их сечении можно устроить станционный комплекс в любом месте по длине этого подземного сооружения. Такой тоннель может быть как глубокого, так и мелкого заложения.

Еще одно современное новшество — разработка про-



Строительство тоннеля диаметром 13 метров с размещением станционного комплекса в сечении тоннеля

ектных решений по автоматическим дверям на платформах для увеличения безопасности пассажиров. 1 марта 2023 года новое метрокольцо — Большая кольцевая линия Московского метрополитена, объединяющая 70 км линий, 31 станцию и 3 электродепо — было полностью открыто в присутствии президента России и мэра Москвы.

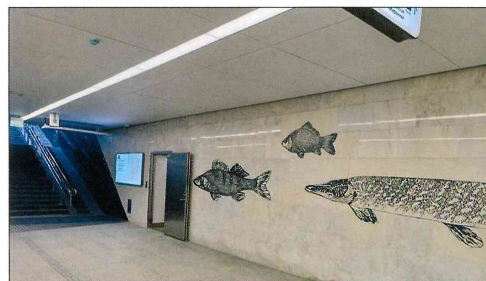


Система автоматических дверей на платформах

Четыре станции — «Текстильщики», «Печатники», «Нагатинский затон» и «Кленовый бульвар» — построены по проекту института «Ленметрогипротранс». По результатам этой работы в 2024 году институт был отмечен Правительством города Москвы.

Существует также перспективная схема развития метрополитена в Санкт-Петербурге до 2045 года, которая учитывает загруженность города, перспективное расположение и застройку будущих территорий.

В последние три года по специальным федеральным программам возобновилось строительство подземного транспорта в ряде крупных городов России. В Красноярске строительство классического метрополитена началось в октябре 1995 года: выполнялась проходка стволов, перегонных тоннелей и 3 станций по проекту



2024 год. Станция «Нагатинский затон»

института «Харьковметропроект». С 2009 года началось постепенное прекращение работ и консервация выработок.

С 2022 года начинается проектирование и строительство Красноярского метроtramвая по федеральной правительственной программе «Инфраструктурное меню». Генеральным проектировщиком и генеральным подрядчиком выступает группа компаний «Моспроект-3». Сегодняшнее строительство метроtramвая предусматривает использование всех подземных сооружений, которые были построены для классического метрополитена, для интеграции в трамвайную сеть города.

Аналогичные работы выполняются в Челябинске. Строительство метро там началось в 1992 году с введения «красной линии»: электродепо, станция «Комсомольская площадь», станция «Площадь Революции», станция «Торговый центр», станция «Проспект Победы». Проектной организацией изначально выступал институт «Ленметрогипротранс». Строительство велось с привлечением средств, выделяемых правительством России до 2010 года, далее только за счет бюджета Челябинской области.

С 2021 года начинается проектирование и строительство Челябинского метроtramвая за счет средств правительственного инфраструктурного проекта. Генеральным проектировщиком и генеральным подрядчиком также выступает группа компаний «Моспроект-3». В Челябинске используются все подземные сооружения, построенные еще в прошлом веке и в начале этого века. Одна из станций, которая сейчас проектируется силами института «Ленметрогипротранс» — «Площадь Революции», строительство которой будет осуществляться в глубоком котловане, в условиях плотной окружающей застройки.

Строительство метро в Донецке началось в 1993 году. К работам были привлечены подрядная организация «Донецкшахтометрострой» и проектная организация «Харьковметропроект». Были сооружены технологические

комплексы для проходки подземных выработок, построены временные здания производственного и бытового назначения, возведены ограждающие конструкции станционных комплексов и начата откопка котлованов. Было построено достаточно большое количество сооружений: тоннели и котлованы для станционных комплексов.

В 2011 году строительные работы были полностью остановлены. В 2021 году силами донецких институтов в рамках разработки решений по ликвидации построенных объектов метрополитена была выполнена работа по оценке инженерно-геологических условий окружающего массива. Предполагалась полная ликвидация построенных объектов. С учетом существующей норма-



Строительство метро в Донецке

тивной документации и, в особенности, экологических требований, работы по ликвидации подземных сооружений построенного метрополитена будут стоить не меньше, чем окончание работ по достройке этого метро.

На сегодняшний день организация обладает всеми необходимыми компетенциями для выполнения оценки технического состояния всех подземных выработок, которые построены в Донецке, и разработки проектного решения по достройке метро и его будущему развитию.

За период деятельности института «Ленметрогипротранс», которому в текущем году исполняется 80 лет, география работ охватила не только Россию, но и страны Ближнего и Дальнего Зарубежья. Выше была рассмотрена лишь одна сторона деятельности — проектирование метрополитенов.

Помимо этого, институт выполняет разработку проектов строительства транспортных тоннелей и подземных сооружений специального назначения.



www.lmgt.ru