

Комплексное освоение подземного пространства Санкт-Петербурга

Д. М. ГОЛИЦЫНСКИЙ, докт. техн. наук, профессор ПГУПС, академик РАТ



Необходимость в комплексном подходе к освоению подземного пространства больших городов связана в первую очередь с решением транспортной проблемы, обусловленной увеличивающимся количеством автомобилей, а также с ростом промышленных предприятий и загрязнением атмосферы.

Освоение подземного пространства позволяет освободить поверхность земли от многочисленных инженерно-технических, транспортных, промышленных сооружений и устройств, обеспечивая наиболее экологически привлекательные условия проживания городского населения, выбрать наиболее удобную для населения схему размещения сооружений городской инфраструктуры и создать единую транспортную систему, включающую наземный транспорт, метрополитен, автодорожные тоннели и транспортно-пересадочные узлы.

В создании единой подземной инфраструктуры современного города большую роль играет метрополитен, который не только обеспечивает массовые и комфортабельные перевозки населения в пределах города, но и служит связующим звеном между наземным и подземным уровнями. Сеть метрополитена влияет на развитие планировочной структуры города, формируя направления перспективного развития городской застройки.

Основу освоения подземного пространства больших городов составляет сеть линий метрополитена. Идея создания городской внеуличной железной дороги — метрополитена, в России связана с северной столицей. К концу XIX века Санкт-Петербург превратился в быстрорастущий промышленный город с миллионным населением.

В 1889 г. правление Балтийской железной дороги выдвинуло первый проект внутригородской магистрали между Балтийским и Финляндским вокзалами. Тем самым было положено начало многочисленным проектам разгрузки центра города от уличного транспорта, в том числе и путем строительства линий метрополитена.

В 1902 г. инженер путей сообщения П. И. Балинский разработал проект строительства шести городских линий метрополитена, в том числе двух больших кольцевых трасс общей протяженностью 95,5 верст (172 км). Эту идею поддерживал С. Ю. Витте, знакомый с проектом. В том же году инженером Г. А. Гиришоном был представлен проект, по которому намечалось сооружение подземной трассы под Невским проспектом от Московского вокзала до Дворцовой площади. Однако финансовые и технические сложности помешали осуществлению этих проектов.

В 1912 г. был составлен труд «Задачи преобразования Санкт-Петербурга», в котором обосновывалась идея устройства метрополитена.

Проектирование и строительство линий метро в Ленинграде было начато в начале 30-х годов, когда численность населения города превысила три миллиона человек. В январе 1941 г. были пройдены шахтные стволы (11) и подземные выработки, которые с началом войны были затоплены водой с целью их консервации. После окончания войны строительство метрополитена возобновилось, и в 1955 г. была сдана в эксплуатацию первая очередь метрополитена «Автово» — «Площадь Восстания» длиной 10,8 км с восьмью станциями.

Петербургский метрополитен перевозит ежедневно более трех миллионов пассажиров, но он обеспечивает перевозки в городе только на 40%. В центральной части Санкт-Петербурга находится густая сеть линий метрополитена, насчитывающая 21 станцию. Построена без наклонного хода и пока не введена в эксплуатацию станция «Адмиралтейская». Большинство станций в центре города имеют подземные переходы через улицы.

Перспективным планом развития метрополитена до 2020 г. при обеспечении достаточного финансирования предусматривается построить 70 км линий метро. Кроме того, в ходе реализации перспективного развития линий метрополитена предполагается реконструкция ряда станций в связи со строительством пересадочных узлов и вторых эскалаторных тоннелей.

Метрополитен представляет собой «живую» систему, которая выполняет основную роль в решении транспортной городской проблемы и должна в своем развитии соответствовать росту города или опережать его.

Анализ работы транспортной системы Санкт-Петербурга за последние годы свидетельствует о хроническом отставании развития сети метрополитена от потребностей города. В перспективе при развитии линий метрополитена, представляется целесообразным учитывать следующие соображения.

Станции метрополитена, сооружаемые открытым способом, должны быть заглублены таким образом, чтобы на всю длину станции подземное пространство над ней было использовано под магазины, кинотеатры, автостоянки и другие объекты. При строительстве станций открытым способом следует широко применять прогрессивный метод «стена в грунте», полукрытый способ проходки, цельносекционные железобетонные обделки, двухуровневую компоновку станционного комплекса. При строительстве станций метрополитена глубокого заложения следует использовать «безосадочные» способы работ с применением опережающей крепи (бетонные козырьки, как на станции «Адмиралтейская», экраны из труб и др.). Для комплексного использования подземного пространства целесообразно применять конструкцию односводчатой многоэтажной станции (например, «Спортивная») с размещением на нижнем ярусе платформы и путей метрополитена, а на верхних — автостоянок, универмагов, спортивных и торговых комплексов.

Ленметрогипротрансом для условий Санкт-Петербурга разработан проект пересадочной станции метрополитена в сочетании с объектами городской инфраструктуры, представляющей собой опускной колодец большого диаметра, который базируется на опыте строительства организациями Минтранса опускных колодцев наружным диаметром до 70 м. По проекту предполагается соорудить колодец диаметром 60 м, в нижней части устраивается пересадочный узел двух станций метрополитена. В центре опускного колодца сооружается лифтовая шахта для четырех пассажирских лифтов, соединяющих метрополитен с подземным вестибюлем и пешеходными переходами. Весь остальной объем используется для объектов городской инфраструктуры (автоматизированный автогараж, универмаг и т. д.). Ярусы соединяются с подземным пространством лифтами, эскалаторами и системой лестниц.

При строительстве перегонных тоннелей в сложных инженерно-геологических условиях (проходка зон «разрывов» и «разломов», водотоков) в мировой практике тоннелестроения широко применяется щитовой способ с грунтовым или бентонитовым пригрузом призабойной зоны. Опыт проходки участка «Лесная» — «Площадь Мужества» таким способом позволяет говорить, что он может быть успешно использован и в дальнейшем метростроителями Санкт-Петербурга. Успехи тоннелестроительной техники подтверждают целесообразность широкого комплексного освоения подземного пространства Санкт-Петербурга и Северо-Западного региона при соответствующем финансировании.

В зависимости от планировки и застройки территории города, инженерно-геологических условий и рельефа местности строятся линии метрополитена в подземном, наземном или надземном вариантах или их сочетаниях. В Санкт-Петербурге практически все линии метрополитена, особенно в центре города, построены в подземном варианте на глубоком заложении. Исключением являются концевые участки некоторых радиальных линий с выходом на дневную поверхность (станция «Купчино») или мелкого заложения (станции «Ленинский проспект», «Проспект Ветеранов»).

Для решения проблемы перегруженных городских магистралей при большом потоке рельсового (трамвай) и безрельсового (автобусы, троллейбусы) транспорта во многих городах мира (Кривой Рог, Волгоград, Рига, Бос-



тон, Марсель, Гамбург, Цюрих и др.) сооружают линии скоростного трамвая. На значительном участке трассы эти линии пролегают по земной поверхности на обособленном трамвайном полотне, пересекаясь с наземными городскими магистралями в разных уровнях, а по городским районам с особо напряженным движением проходят в тоннелях мелкого заложения. Достоинством скоростного трамвая является его высокая провозная способность (до 20 тыс. пассажиров в час) и возможность совмещения остановок со станциями метрополитена. В Санкт-Петербурге линии скоростного трамвая можно разместить в южных и северных частях города.

В крупных городах для внутригородских пассажирских перевозок целесообразно использовать железнодорожные линии с устройством их глубоких вводов в центральную часть города. Глубокие вводы не только создают необходимые условия для использования железнодорожной линии внутригородскими пассажирами, но и улучшают транспортное обслуживание пригородных пассажиров, которые получают возможность без пересадок оказаться в центре города. Развитием системы глубоких вводов является устройство железнодорожного диаметра, который в пределах города может работать как линия метрополитена, обеспечивая значительную разгрузку городского транспорта и решая вопрос пригородно-городских сообщений.

Почти 20 лет назад, в 1991 г. Ленметрогипротрансом были разработаны основные положения обоснования строительства тоннельного варианта высокоскоростной железнодорожной магистрали Финляндия — Санкт-Петербург — Москва. Тоннельный вариант

представляет собой два однопутных железнодорожных тоннеля диаметром 9,8 м протяженностью 16,4 км в двухпутном исчислении с пересадочными узлами на действующие станции метрополитена Кировско-Выборгской (I) линии «Чернышевская» и «Выборгская».

Тоннели проходят под центром Санкт-Петербурга с выходом на поверхность на севере в районе станции «Удельная» Финляндского направления, на юге в районе станции «Сортировочная» Московского направления железной дороги. Тоннели предназначаются для перевозки транзитных пассажиров поездами дальнего следования и пригородными электропоездами с Московского на Финляндское направление с возможностью выхода в центре города и пересадки на линию метрополитена.

В том случае, когда обычный метрополитен (или отдельные его линии) по своей провозной способности оказывается нерациональным и слишком дорогим, возможно строительство линий малогабаритного метро (мини-метро). На линиях мини-метро курсируют более короткие поезда, состоящие из двух или четырех вагонов (вместо 6 или 8 вагонов), как правило, уменьшенных габаритов, что позволяет сократить сечение тоннелей и размеры платформенной части станций. Управление движением поездов на таких линиях обычно осуществляется из центрального диспетчерского пункта, без участия машиниста. Такие поезда успешно эксплуатируются во многих городах мира. Недавно наземный вариант такого метро осуществлен в Москве. В Санкт-Петербурге линия мини-метро может быть спроектирована и построена от станции «Московская» до станции «Пулково — 1 — 2», которая будет в основном обслужи-

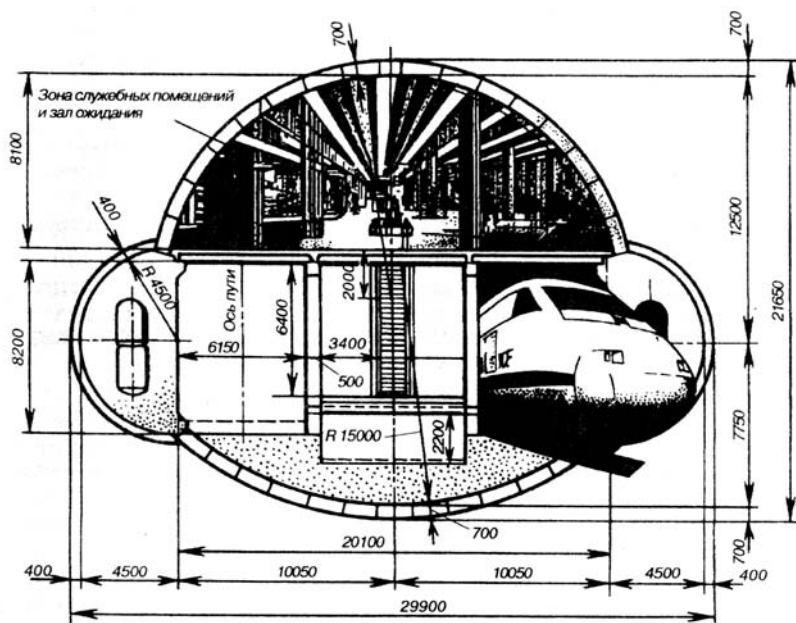


Рис. 1. Конструкция подземной железнодорожной станции высокоскоростной специализированной магистрали в Санкт-Петербурге

вать поток пассажиров, прилетающих в аэропорт «Пулково» или улетающих из него. Проработки по этому варианту выполнены «Ленметрогипротрансом» в варианте метрополитена.

Для удаленных городских районов целесообразно использовать «облегченное» метро, которое позволяет собирать «окраинных» пассажиров и подвозить их к станциям обычного метрополитена. Такое метро по сравнению с обычным метрополитеном существенно дешевле (примерно в 3–3,5 раза), так как линия проходит в основном по слабо застроенным районам на поверхности земли. Вариант «облегченного» метро может быть использован и для метрополитена Санкт-Петербурга на концевых участках слабо загруженных радиальных линий.

Транспортную проблему больших городов невозможно решить без создания обширной и разветвленной сети автодорожных тоннелей, которые обеспечивают развязку движения транспорта в разных уровнях, выравнивают пропускную способность транспортных магистралей и обеспечивают подъезды к крупным торговым, зрелищным центрам, вокзалам, вестибюлям метрополитена и пр.

В последние годы количество автомашин в больших городах растет в геометрической прогрессии, пропускная способность транспортных магистралей уменьшается, так как на проезжей части (и даже на тротуарах) стоят автомобили. Проблема парковки машин на улицах города становится одной из главных. Существуют различные варианты размещения стоянок легковых ав-

томобилей на территории Санкт-Петербурга:

- строительство наземных многоэтажных паркингов;
- строительство подземных многоярусных паркингов;
- устройство временных автостоянок на плавсредствах;
- организация на границах центра города и у периферийных станций метро механизированных автомобильных парковок;
- создание разветвленной системы автотранспортных тоннелей в центре города и многоярусных паркингов.

Последний вариант предусматривает, что легковые автомобили проезжают в центр города по протяженным тоннелям, имеющим въезды на периферийной части, и остаются в подземных паркингах. Водители и пассажиры поднимаются вверх, используя скоростные лифты и эскалаторы. По центру города они передвигаются пешком или на общественном транспорте. В этом случае необходимо сооружение в центральной части города большого количества протяженных подземных автотранспортных магистралей (тоннелей) назначение которых сводится только к обеспечению проезда легковых автомашин под землей к подземным паркингам.

Строительство таких автотранспортных тоннелей неизбежно будет связано с преодолением сложных инженерно-геологических и гидрогеологических условий, характерных для Санкт-Петербурга (многочисленные зоны нарушений и «разломов», водные преграды). Потребуется сооружение тоннелей глу-

бокого заложения, а это сопряжено с использованием сложной, дорогостоящей проходческой техники, вложением больших инвестиций и значительными трудозатратами.

Не отрицая в принципе возможности частичного использования различных вариантов с учетом конкретных условий и территориальных особенностей города, следует определить общую концепцию решения этой проблемы для Санкт-Петербурга. Центр города необходимо разгрузить, т. е. сократить до минимума движение легкового автотранспорта. Передвижение населения в центре города следует осуществлять общественным электротранспортом (метро, трамвай, троллейбус). Строительство в центральной части города, где сконцентрированы исторические и архитектурные памятники, разветвленной сети подземных транспортных сооружений может привести к осадкам поверхности земли и повреждению зданий и памятников, а это недопустимо. Наземное пространство в центральной части города должно быть главным образом использовано для создания зеленых и пешеходных экологически чистых зон.

Для выполнения этих условий в центральной части города следует построить подземные автостоянки на базе планируемых многофункциональных подземных комплексов, привязанных к станциям метрополитена. В подземных автостоянках «шахтного» типа целесообразно использовать автоматизированную систему загрузки, при которой водитель выезжает на транспортирующую платформу, глушит двигатель, выходит из машины и нажимает кнопку. Автомашина спускается на лифте к своему отсеку и загружается туда автоматически. Такие автостоянки (в мире они уже есть) с касетным принципом загрузки машин экономически эффективны, так как требуют в два-три раза меньше места, чем традиционные, оборудованные пандусами. Достоинства полностью автоматизированной автостоянки следующие: снижены расходы на вентиляцию (нет выхлопных газов), мало шума (нет работающих двигателей), надежны в плане пожарной безопасности.

Для большого города важны внутренние транспортные связи между районами. При этом городской транспорт должен обеспечивать оптимальную и безопасную скорость доставки грузов и пассажиров, минимальное время на ожидание транспорта и погрузо-разгрузочные работы, снижение уровня загрязнения окружающей среды и шу-

ма от движущихся транспортных средств.

В Санкт-Петербурге число улиц и перекрестков, исчерпавших свою пропускную способность, непрерывно возрастает. Увеличение пропускной способности автодорог за счет расширения существующих или прокладки новых в центральных районах города невозможно в силу исторически сложившейся планировки зданий, улиц, большого количества исторических и архитектурных памятников.

В этих условиях одним из возможных и наиболее оптимальных решений является сооружение внеуличных подземных протяженных скоростных автомагистралей. Это позволит увеличить пропускную способность центральной части города, сократить время транзитного проезда, значительно уменьшить наземную транспортную нагрузку, а значит и загрязненность атмосферы. Учитывая сравнительно высокую стоимость строительства подземных сооружений, трассу будущей подземной автотранспортной магистрали необходимо проложить в «оптимальном направлении», с привлечением на себя максимального числа «зон тяготения транспорта» и рациональным расположением входов и выходов на поверхность из подземной части автомагистрали.

Градостроительной особенностью подземных автотранспортных магистралей является возможность их размещения во всех районах города, практически не используя городских территорий и не нарушая сложившихся архитектурных ансамблей и заповедных зон. По инженерно-геологическим условиям для строительства городских подземных сооружений наиболее подходят территории в районе Обводного канала и Гражданского проспекта. Причем, используя опыт строительства в Амстердаме (Нидерланды), подземную транспортную магистраль возможно проложить непосредственно под Обводным каналом.

Несмотря на многочисленные предпроектные разработки по сооружению протяженных автотранспортных тоннелей, пролегающих как по материковой части города, так и под руслами многочисленных рукавов Невы, в Санкт-Петербурге построен только один подводный автодорожный тоннель на Канонерский остров. Необходимо соорудить автотранспортные магистрали от жилого района озера Долгое через Крестовский и Васильевский острова к центру города,

построить подземные дублеры Каменноостровского и Невского проспектов, осуществить строительство подводных тоннелей в створе 22-й линии Васильевского острова, напротив Смольного и вдоль Литейного моста. Для осуществления такого плана в городе накоплен достаточный теоретический и практический опыт проектирования и строительства подземных транспортных сооружений.

В настоящее время реализуется проект строительства автотранспортного тоннеля (Орловского) через реку Неву в створе Пискаревского проспекта и Орловской улицы для транспортной связи лево- и правобережных районов Санкт-Петербурга, центральной, северной и восточной планировочных зон города между собой, где проживает около миллиона человек. Сейчас центральная часть города связана с северо-восточными районами мостами Александра Невского, Большеохтинским и Литейным. В часы «пик» эти мосты перегружены, и примыкающие к ним транспортные магистрали работают на пределе своей пропускной способности. Сооружение Орловского тоннеля позволит разгрузить существующие мосты и обеспечить бесперебойную круглосуточную связь центра города с восточными и северо-восточными районами и с кольцевой автомобильной дорогой вокруг Санкт-Петербурга.

Комплексное освоение подземного пространства Санкт-Петербурга тесно связано с проблемой энергообеспечения города и области. По опубликованным данным выработка электроэнергии в регионе обеспечивается более чем на 90% ТЭС, ТЭЦ и АЭС. Для выработки потребляемой Санкт-Петербургом энергии необходима доставка большого количества топлива органического происхождения. Скопление энергоносителей не только создает экологическую опасность для жителей города, но и усугубляет экологический кризис всего региона.

По мнению специалистов ЦНИИ им. Крылова, решение проблемы энергообеспечения возможно решить путем строительства подземной атомной теплоэлектростанции (ПАТЭС). Такую станцию можно разместить достаточно близко к границам города, чтобы транспортировка тепла (горячая вода) была технически и экономически целесообразной, что невозможно реализовать в случае наземных АЭС, удаляемых от города на значительные расстояния по условиям безопасности (как АЭС в г. Сосновый Бор). Учитывая, что в регио-

не имеются достаточно мощные (100–120 м) пласты водонепроницаемых устойчивых кембрийских глин, энергетический модуль подземной атомной станции на основе судовых технологий в сочетании с водородным комплексом возможно разместить в выработке длиной порядка 120 м аналогично двухуровневой станции метро «Спортивная».

В состав помещений ПАТЭС входят долговременные хранилища радиоактивных отходов, что снимает проблему регулярной их перевозки по поверхности земли. Компонировка ПАТЭС обеспечивает радиационную безопасность при ее эксплуатации, защищенность станции при случайных падениях самолетов, ракет, а также от стихийных явлений. Размещение ряда ПАТЭС позволит организовать вокруг города развитое тепличное хозяйство, обеспечивающее круглосуточную поставку овощей, ягод и фруктов и в целом создать экологически чистое безопасное энергообеспечение Санкт-Петербургского региона.

Для решения этих проблем в нашем городе имеются все возможности: большой научно-технический потенциал, мощная строительная организация (Метрострой), проектные (Ленметрогипротранс) и научные центры (ПУПС, Горный институт и др.), а также квалифицированные кадры тоннельщиков, способные решать сложные технические вопросы. На основе анализа использования подземного пространства города следует разработать перспективную программу, включающую развитие подземного транспорта, в том числе и грузового; городское подземное строительство с размещением инженерных коммуникаций; размещение под землей опасных промышленных производств и, в первую очередь, сооружений автономной энергетики; создание подземных хранилищ, складов, гаражей, объектов культурно-бытового назначения. Следует установить приоритеты и определить этапность реализации программы по каждому направлению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексное использование подземного пространства Северо-Западного региона: Сборник докладов. — СПб.: ВНИЦ «ГОИ им. С. И. Вавилова», 1994.
2. Кулагин Н. И. Пересадочные узлы на линиях метрополитена глубокого заложения. — М.: Центр «ТИМР», 1996.
3. Голицынский Д. М. // Транспорт Российской Федерации. — 2006. — № 5. — С. 92–94.