

# ПОДЗЕМНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

## В непростых грунтах

В Санкт-Петербурге одни из самых сложных геологических условий. По словам экспертов, текучие грунты и торфы, перемежающиеся с валунами, грунтовые воды и пlyingны существенно усложняют строительство, и в первую очередь — подземное.

— геология —

Сложная геология Петербурга, безусловно, требует от строителей применения особых технологий. Однако она не является препятствием для освоения подземного пространства. К примеру, в Голландии, условия не намного проще. Однако в этой стране реализовано немало интересных и довольно смелых проектов под землей. По мнению экспертов, все опасения могут быть преодолены благодаря современным технологиям строительства. В частности, одна из них — так называемая «стена в грунте», которая получает все большее распространение. Немалую роль в достижении возможности строительства на небольшой глубине сыграла щитовая проходка с применением высокотехнологичных тоннелепроходческих комплексов и с гидро-, и с грунтопригрузом. Одна из самых молодых технологий, первое применение которой состоялось при строительстве подземной части второй сцены Мариинского театра, — топ-даун.

Суть метода заключается в том, что объект возводится сверху вниз, грунт разрабатывается под уже существующими перекрытиями, являющимися постоянными конструкциями будущего объекта, и вынимается через технологические окна. Это позволяет экономить место и строить буквально «на пятячке», но требует максимально строгого соблюдения производственного графика, четкой и последовательной работы на всех этапах строительства. Тем не менее, по словам специалистов, несмотря на сложный производственный процесс, эта технология имеет хорошую перспективу и в ближайшее время должна получить распространение в России.



Основным и главным способом предотвращения аварийных ситуаций при подземном строительстве является надлежащее проведение геологических изысканий перед проведением работ

### Геология в фокусе внимания

Директор направления «Сопровождение строительных проектов» группы компаний SRG Елена Самонова отмечает, что к сложным геологическим условиям можно отнести различные факторы. Это могут быть и гидрогеологические факторы, наиболее характерные для Петербурга, и высокая сейсмичность региона строительства, и угроза оползней. Если говорить о подземном строительстве в мегаполисах, таких как Москва и Петербург, то здесь речь идет в первую очередь о гидрогеологических факторах. Причем для Москвы и Петербурга они различны. Для Москвы основ-

ная сложность обусловлена двумя основными факторами — многослойной структурой верхней части геологического разреза и большим количеством подземных рек. Верхняя часть московских грунтов представляет собой слоеный пирог, состоящий из глинистых почв, водопроницаемость которых крайне низкая, с насыщенными водой песчаными слоями. Далее следуют относительно твердые породы, также обладающие низкой водопроницаемостью. Такая особенность геологии дает возможность строительства относительно близко к поверхности, но накладывает жесткие требования в отношении гидроизоляции конструкций.

Ситуация в Петербурге сильно отличается от Москвы. В Северной столице водонасыщенные грунты, так называемые четвертичные отложения, обильно насыщенные камнями, залегают на глубину 40 метров

и более. Твердые породы, обладающие низкой водопроницаемостью, расположены еще ниже, поэтому и строительство подземных сооружений ведется, как правило, на большой глубине. Недаром советские инженеры запроектировали первые станции петербургского метро именно глубокого заложения.

### Семь раз отмерь

Специалисты настаивают, что успешная реализация проекта в сложных геологических условиях зависит от многих факторов, в том числе и от качества самого проекта. «Единственный способ избежать аварийных ситуаций — это ответственное отношение к строительному проекту с самых первых его этапов. Необходимо проводить исследование геологической обстановки на территории будущей застройки, привлекать опытных и добросовестных специалистов по инже-

нерным изысканиям, исследовать грунты в специализированных лабораториях. Все это, к сожалению, повышает стоимость строительства и влияет на сроки», — отмечает директор департамента проектно-изыскательских работ АО «МегаМейд» Алексей Никишов.

«Основным и главным способом предотвращения аварийных ситуаций при подземном строительстве является надлежащее проведение геологических изысканий перед проведением работ. Именно надлежащее изучение грунтов, определение их механических характеристик, насыщенности влагой и возможности выбрать оптимальную технологию проведения работ и избежать аварий», — говорит Елена Самонова.

В «Метрострое» также подчеркивают, что подземное строительство всегда было и всегда будет сопряжено с рисками. Но благодаря каче-

ственному изысканию, проработке проекта, применению новых технологий и механизмов эти риски можно свести к минимуму. «Метрострой» имеет обширный опыт реализации проектов в сложных геологических условиях, и технологии постоянно совершенствуются. В случае с Петербургом даже технологии, которые широко применяются в других странах, у нас требуют доработки, адаптации под наши гидрогеологические условия. В конструкцию двухпутного щита, например, инженеры «Метростроя» внесли около 300 изменений, прежде чем это оборудование приступило к проходке тоннеля на Фрунзенском радиусе. Вообще, механизация процессов — это вектор, по которому должна идти вся строительная подземная отрасль. Это значительно повышает безопасность ведения работ и, как правило, значительно сокращает сроки строительства. Так, на строительстве станций метро «Обводный канал», «Адмиралтейская» и «Спаская» ОАО «Метрострой» впервые в мире успешно осуществило механизированную проходку наклонных ходов под углом 30%, что сократило время на проходку вдвое, — рассказывает заместитель генерального директора, главный инженер ОАО «Метрострой» Алексей Старков. — Кроме того, абсолютно новой для России практикой стало строительство тоннеля Невско-Василеостровской линии, трасса которого прошла под намывными территориями, расположенными в западной части Крестовского острова. Станция «Новокрестовская» — уникальный объект, аналогов которого нет во всем мире. Она залегает на глубине 25 метров, имеет габариты, способные пропускать 30 тыс. пассажиров в час. Кроме того, на станции расположено более 500 служебных помещений. Это количество обусловлено тем, что в будущем здесь планируется построить пересадочный узел на «Новокрестовскую-2». Станция «Беговая» также имеет свои уникальные особенности. Тиксотропные грунты, в которых она располагается, очень пластичны и подвижны, и метростроителям пришлось приложить немало усилий, чтобы укротить их и построить в них станцию.

Развитие технологий и опыт, который приобретается при реализации каждого проекта, говорят о том, что в перспективе количество подземных объектов различного назначения будет увеличиваться и располагаться они будут не только на большой глубине, но и ближе к поверхности.

Агата Маринина

## Под строгим контролем

— историческое наследие —

**Необходимость развития подземки в условиях плотной застройки и в непосредственной близости к памятникам архитектуры в историческом центре заставляет осваивать новые технологии.**

Исторический центр Петербурга с многочисленными памятниками архитектуры тщательно охраняется, нормы строительства в этой части города весьма жесткие. Однако при необходимости сохранения наследия остро стоит вопрос развития транспортной системы. Петербург как один из главных российских мегаполисов не может себе позволить остановиться в этом направлении. Обеспечить все потребности многомиллионного города только наземным видом транспорта невозможно. Развитие метрополитена, в том числе открытие новых станций в историческом центре, не должно прекращаться. «Сам факт строительства в условиях сформированной исторической застройки становится фактором, который необходимо учитывать. Особое внимание уделяется взаимодействию и координации производственных работ с существующими инженерными сетями и конструктивными особенностями. К тому же большая часть зданий, построенных в прошлом, имеет разные основания фундаментов и устойчивость. Новые станции метро должны вписываться в архитектурную концепцию, поэтому устройство выходов — это тоже непростая задача, условиями которой, помимо производственных работ, становятся транспортные потоки в этой локации и технические характеристики окружающих зданий», — отмечает руководитель направления Besag Asset Management Екатерина Тейдер.



Согласно схеме развития метро, в исторических районах Петербурга должно появиться еще несколько новых станций метрополитена

### С осторожностью

Согласно схеме развития метро, в исторических районах Петербурга должно появиться еще несколько новых станций метрополитена. В частности, сегодня ведется строительство станции глубокого заложения «Театральная» на одноименной площади близ Мариинского театра. Кроме того, в перспективе в центре появятся новые вестибулы планируемой Кольцевой ветки. Развитие подземки в условиях сформиро-

ванной исторической застройки — вопрос деликатный, который требует особого подхода, отмечает в «Метрострое». Так, в случае с «Театральной», рядом с которой находится множество памятников, в том числе федерального значения, предусмотрен целый пул мероприятий по обследованию, усилению фундаментов и постоянному мониторингу объектов, попадающих в пятно застройки.

«Строить метро в исторической застройке тяжело: тесные стройплощадки, хрупкие исторические дома вокруг. В то же время опыт, накопленный за годы сооружений станций в центре, позволяет успешно

вести такое строительство, пусть и с большими удельными затратами и сроками», — говорит руководитель отдела стратегического консалтинга Knight Frank St. Petersburg Игорь Кокорев.

В «Метрострое» подчеркивают, что строительство метро вблизи памятников архитектуры и зданий, имеющих историческую ценность, происходит в весьма сложных условиях и предполагает поиск и внедрение новых технологий подземного строительства. «В данном направлении очень важна совместная работа проектировщиков и строителей», — отмечают в «Метрострое».

По словам партнера, руководителя практики по недвижимости и инвестициям юрфирмы «Качкин и партнеры» Дмитрия Некрестьянова, законодательство настроено таким образом, что при размещении объектов федерального и регионального значения идут на максимально возможные поправки в части существующих ограничений. «В частности, в зонах охраны объектов культурного наследия, как правило, учитывается возможность размещения объектов метрополитена. Однако «поправки» не означают полное отсутствие регулирования — например, применительно к объектам культурного наследия установлен полный запрет на новое строительство на территории памятников, и он распространяется и на объекты метрополитена. Как правило, поправки для метрополитена касаются не градостроительных ограничений, а именно вопросов строительных норм и правил, где к таким объектам как уникальным фактически применяются индивидуальные нормы, обоснованные экспертизой», — поясняет он.

### Новые технологии

При строительстве метрополитена в исторической части города применяются закрытый щитовый проходки, и метро строится на значительной глубине. Для того чтобы все это реализовать, применяются сложные технические решения. Ветеран петербургского «Метростроя» Николай Теленков называет одним из самых интересных проектов строительства станции «Адмиралтейская». «Наличие многих ценных зданий очень долго не позволяло найти место для вестибулы. В результате был создан специальный агрегат, который позволял при проходке среднего тоннеля сначала образовать железобетонный козырек, под которым уже велась постоянная обделка. Для этого был разра-

ботан специальный бетон, который быстро схватывался», — вспоминает Николай Теленков.

Со сложностями столкнулись и при строительстве второго выхода станции метро «Спортивная», которая располагается в непосредственной близости от Малой Невы. Минимальное расстояние от сооружений метрополитена до реки составляет 5,8 м, до исторической застройки — 5 м, а сам вестибюль находится ниже уровня реки примерно на 10 м. «При возведении этого объекта был организован непрерывный мониторинг сооружений в зоне строительства. Помимо строителей, процесс контролировали проектировщики и специализированная мониторинговая геодезическая компания. К чести метростроевцев за все время работ не произошло ни одной просадки», — рассказывают в «Метрострое».

Для работы в сложных условиях исторического центра в компании создали тоннелепроходческий комплекс «Аврора», который позволяет возводить эскалаторные тоннели безопасным методом. Дело в том, что традиционный способ заморозки грунта в плотной городской застройке невозможен, поскольку он вызывает осадки дневной поверхности, что может стать причиной деформации исторических зданий. Проходка наклонного хода с помощью ТПМК «Аврора» позволяет делать это безопасно, то есть без вреда для памятников архитектуры.

Современные технологии и оснащенность позволяют свести риски воздействия на исторические здания и сооружения к минимуму. То есть технически в Петербурге сегодня есть все возможности для создания новых станций подземки в центре города. Для появления новых станций необходимо активизировать проектирование и обеспечить строительство финансированием.

Агата Маринина