

Научное сопровождение строительства метрополитенов

В 2020 году в Москве открыт участок Некрасовской (Кожуховской) линии метрополитена от «Нижегородской» до «Юго-Восточной», включая станции «Стахановская» и «Окская». При проектировании этого участка специалисты института использовали множество новых технических решений, позволяющих оптимизировать объемно-планировочную структуру станций, обеспечить экономические преимущества при строительстве, а также реализовать ряд новаторских инженерных решений для двухпутных перегонных тоннелей, влияющих на безопасность эксплуатации метрополитена. Для данного участка институтом разработаны проектные решения станций мелкого заложения в сочетании с двухпутными перегонными тоннелями.

Двухпутные тоннели, в которых поезд движется одновременно в одном тоннеле, платформы находятся по бокам, а пути – посередине, в столом метро строили еще при советской власти. Прокладывали они практически вручную, долго и трудоемко.

Новая отечественная технология – проходка тоннелей метро механизированными щитами диаметром от 10 м – впервые была спроектирована, отработана и внедрена в городе на Неве. Первым в России объектом, спроектированным и построенным по новой технологии, стало сооружение линии метро «Новокрестовская» – «Беговая» к чемпионату мира по футболу 2018 года. Разрабатывается переход на 13-метровый щит для проходки тоннелей, что позволит уйти от ручного труда в метростроении.

Основными преимуществами такого подхода являются возможность свободной планировки в зависимости от градостроительных условий, возможность типизации каждого из блоков. При этом объемно-планировочные решения не влияют на архитектуру метро: при свободных планировках с открытыми пассажирскими пространствами возможна реализация разнообразных решений, обла-

В тяжелом 2020 году, несмотря на пандемию, строительство транспортных сооружений шло достаточно высокими темпами, и большую лепту в создание новых линий метрополитена обеих столиц внес Санкт-Петербургский научно-исследовательский, проектно-исследовательский институт «Ленметрогипротранс», занимающийся комплексным проектированием метрополитенов и других тоннельных и подземных сооружений который является автором современной российской технологии строительства двухпутных тоннелей метрополитенов.

Редакция обратилась к генеральному директору НИПИИ Владимиру Александровичу Маслаку с просьбой рассказать о сегодняшнем дне института и перспективах развития метрополитена.

формировании объемно-планировочного решения, позволяющего минимизировать строительный объем и общую площадь станции при сохранении нормативных комфортных пассажирских пространств, а также унификации со-



13-метровый щит для проходки тоннелей

ники пересадочные сооружения интегрируются на действующие станции метро, а «Нагатинский Затон» сооружается практически в русле Москвы-реки на наносном грунте. Этот участок линии является одной из наиболее ответственных строек Москвы, поскольку с его реализацией БКЛ будет замкнута и начнет полноценно функционировать. Следует обратить внимание, что двухпутные перегонные тоннели позволяют не затронуть историю-архитектурный му-

ставных элементов станционных комплексов. Результатом проектирования стала разработка модульной блоковой станции, составные элементы которой могут переконформовываться и модернизироваться в зависимости от пассажиропотока и градостроительной ситуации.

Данный тип станций был применен для участка Кожуховской (Некрасовской) линии Московского метрополитена, на станциях «Стахановская», «Окская», «Юго-Восточная». Станции отличаются прогнущей способностью пассажиропотока, расположением в среде застройки или под улицно-дорожной сетью.

Конструктивная схема станций отличается минимизацией колонн, благодаря данному техническому решению уменьшены препятствия в пассажирской зоне. Разработано специальное решение с увеличенным междугутьем в объеме станции и с устройством за счет этого центральной несущей стены, которая воспринимает все нагрузки от перекрытий.

По компоновке станции отличаются большей компактностью в отличие от станций на участке линии с однопутными тоннелями. Станции длиной не более 190 м, что достигнуто за счет расположения блоков помещений в четыре яруса.

По объемно-планировочным решениям основными преимуществами данного подхода являются:

- возможность свободной планировки в зависимости от градостроительных условий, блоки могут трансформироваться и менять свое положение;
- возможность типизации каждого из блоков;
- возможность перспективных развитий станционных комплексов, например, при формировании на базе станции транспортно-пересадочных узлов.

Преимущества по реализации объектов:

- время проектирования сокращается относительно объемно-планировочных решений, формируемых на базе полностью индивидуальных разработок;
- общий период строительства станции около 2,5 лет;
- стоимость реализованных объектов на линии метрополитена с двухпутным тоннелем дешевле аналогов на 9% стоимости станции на участке двух однопутных тоннелей.



При строительстве Невско-Василеостровской линии Петербургского метрополитена специалистами института применялись технологии лазерного сканирования для поиска участков с нарушением габарита в тоннеле и определения фактического плана и профиля трассы.

Специфика проектируемых сооружений накладывает ряд ограничений на возможность использования популярных программ-

трассы и выпуск ведомостей путейских реперов.

Институтом разработан программный комплекс для проектирования системы тягового электрообеспечения и расчета пропускной способности линий метрополитена – БМТ. Ядром системы является единая база данных, в которой хранится информационная модель линии, содержащая данные по трассе, применяемому подвижному составу и его характеристикам, оборудованию подстанций и параметрам кабельных линий.

На основе этих данных БМТ позволяет выполнять тяговые расчеты для перегонов с любым режимом ведения, расчет нагрузок фидеров и подстанций с помощью моделирования реального графика движения поездов, моделирование работы тяговой подстанции с накопителями энергии, оценить общее энергопотребление при заданном графике с учетом или без учета рекуперации, выполнить расчет токов короткого замыкания в тяговой сети, расчет максимальных длин рельсовых цепей для заданной пропускной способности, определить пикеты установок изолирующих стыков и точек подключения бесстыковых рельсовых цепей, рассчитать тормозные пути АРС и «факультативы», оценить пропускную способность перегонов и оборота поездов.

Предусмотрен интерфейс обмена данными по трассе с Civil3D и возможность автоматизированного выпуска чертежей по результатам расчетов. Применение данного программного решения позволяет институту при проектировании тяговой сети и систем АТДП проводить сравнительный анализ множества вариантов реализации этих систем и подбирать оптимальные проектные решения в сжатые сроки, а это дает возможность моделирования различных нештатных ситуаций и сложных сценариев на существующих линиях, что может быть полезно при реконструкциях



Станция «Беговая»

дающих запоминающейся индивидуальностью, что является важным критерием комфортной эксплуатации метрополитена.

Станции «Стахановская», «Окская» и «Юго-Восточная» в московской подземке отличаются как стилистически, так и по архитектурно-художественным решениям, в том числе приемам освещения.

Наиболее сложным объектом на этом участке является станционный комплекс «Нижегородская», представляющий собой пересадочный узел двух станций метро и входящий в состав крупнейшего транспортно-пересадочного узла столицы.

В 2021 году проектный институт закончил выпуск рабочей документации и продолжает авторский надзор участка (БКЛ) Московского метрополитена от станции «Ниже-



Станция «Нижегородская»



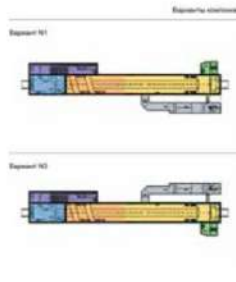
Вестибюль станции «Текстильщики»

Например, станция «Стахановская» Кожуховской (Некрасовской) линии метрополитена с двухпутным тоннелем дешевле на 9% стоимости станции на участке двух однопутных тоннелей (станция «Говорова» на Калининско-Солнцевской линии).

Цифровизация – залог сохранения передовых позиций. На протяжении нескольких десятилетий в институте ведется работа по этому направлению и по комплексной автоматизации проектных работ, разрабатывается программное обеспечение для решения специализированных задач подземного строительства.

С 2012 года в институте активно применяется 3D-проектирование, а с 2016 года развиваются и внедряются технологии информационного моделирования. За последние годы реализовано несколько объектов с частичным применением BIM-технологий на различных стадиях проекта. При проектировании Некрасовской линии Московского метрополитена создана информационная модель двухпутного перегонного тоннеля с водоотливной установкой в жестком основании пути с привязкой элементов модели к ГИС (4D-модель).

Например, станция «Стахановская» Кожуховской (Некрасовской) линии метрополитена с двухпутным тоннелем дешевле на 9% стоимости станции на участке двух однопутных тоннелей (станция «Говорова» на Калининско-Солнцевской линии).



дугам Autodesk, позволяющие адаптировать их функционал под задачи института.

В качестве примера можно привести модуль для Civil3D, позволяющий ввести принятую на объектах метрополитена систему пикетажа, правила расчета переходных кривых и габаритов приближения, автоматизирующий создание геометрической схемы

или частичном перевооружении существующих объектов.

В настоящий момент ведутся работы по расширению функционала БМТ в части проводимых расчетов, а также по обеспечению возможности обмена данными с программным обеспечением для информационного моделирования через открытые форматы данных.