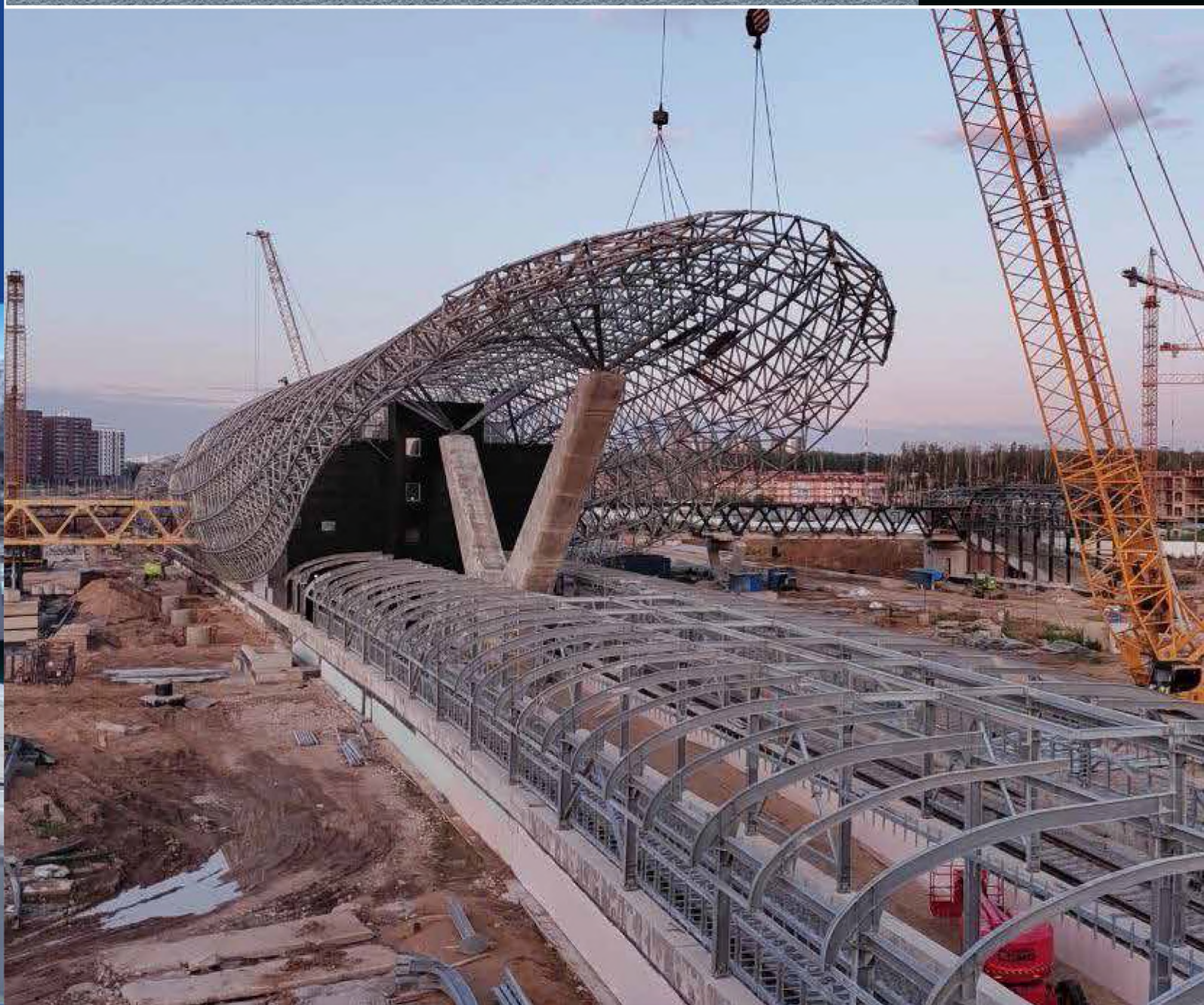


С Новым годом!

Метро и тоннели

№ 4
декабрь 2024



70
ЛЕТ

СИБЛИТМАШ
ЗАВОД ЛИТЕЙНЫХ МАШИН
И АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ
2024



СИБЛИТМАШ
ЗАВОД ЛИТЕЙНЫХ МАШИН
И АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ
2024

630024, г. Новосибирск, ул. Бетонная, 2
тел.: (383) 353-40-01, факс: (383) 353-45-51
e-mail: siblit@siblitmash.com
www.siblitmash.com

Журнал

Тоннельной ассоциации России, входит в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

**Председатель
редакционной коллегии****К. Н. Матвеев**, председатель правления ТАР**Зам. председателя
редакционной коллегии****И. Я. Дорман**, доктор техн. наук**Ответственный секретарь****С. В. Мазаев**, доктор техн. наук, зам. руководителя Исполнительной дирекции**Редакционная коллегия**

В. В. Адушкин, академик РАН
 В. Н. Александров
 М. Ю. Беленький
 А. Ю. Бочкарев, канд. экон. наук
 В. В. Внучих
 С. А. Жуков
 В. Н. Захаров, академик РАН
 Б. А. Картозия, доктор техн. наук
 Е. Н. Курбачкий, доктор техн. наук
 М. О. Лебедев, канд. техн. наук
 И. В. Маковский, канд. техн. наук
 В. Е. Меркин, доктор техн. наук
 М. Х. Миралимов, доктор техн. наук
 М. М. Рахимов, канд. техн. наук
 А. Ю. Старков
 Т. В. Шепитько, доктор техн. наук
 Ш. К. Эфендиев

Тоннельная ассоциация России

тел.: (495) 608-8032, 608-8172
 факс: (495) 607-3276
 www.rus-tar.ru
 e-mail: info@rus-tar.ru

**Предпочтатная подготовка
ООО «Метро и тоннели»**

тел./факс: +7 (495) 981-80-71
 127521, Москва,
 ул. Октябрьская, д. 80, стр. 3,
 оф. 4206
 e-mail: metrotunnels@gmail.com

Журнал зарегистрирован
 Минпечати РФ ПИ № 77-5707

Переписка текста и фотоматериалов
 журнала только с письменного
 разрешения Тоннельной ассоциации России

Проектирование

**О создании и развитии в Санкт-Петербурге
дополнительного скоростного вида
пассажира транспорта**

2

М. Ю. Губин

Строительство метро

**Московский метрополитен:
активное развитие продолжается**

5

**Метро Нижнего Новгорода
в концепции развития экологического
электротранспорта**

15

Гидроизоляция

**Инновационная гидроизоляция:
эсклюзивная российская разработка**

18

К. В. Добровольский

Зарубежный опыт

**Исследования технологии кондиционирования
грунтов перед щитом с грунтопригрузом
в толще песчано-глинистого состава**

20

Вэнь Чжао, Ван Чжиго

**Подводные тоннели под проливом
Босфор в Стамбуле (Турция)**

24

Л. В. Маковский, В. В. Кравченко

Мониторинг

**Научно-техническое сопровождение
строительства тоннелей в крепких
суглинках с учетом их замачивания
на участке железнодорожной линии
Шкотово – Смоляниново**

27

В. А. Гурский, К. А. Рябов, Д. В. Мищенко,
Д. С. Степанов, А. Б. Кузьмин

Конференции

**Третий китайско-российский форум
молодых ученых в области геотехники
и подземного строительства**

31

А. Р. Попонин

**Проектирование, строительство
и эксплуатация объектов транспортной
инфраструктуры в сложных климатических
и инженерно-геологических условиях**

39

В Тоннельной ассоциации России

**Научно-техническая конференция
«Освоение подземного пространства
мегаполисов и транспортные тоннели – 2024»**

41



Мосметрострой

СОДЕРЖАНИЕ



ФОТО НА ОБЛОЖКЕ

Строительство
станции «Потапово»
Московского
метрополитена
с. 6

О СОЗДАНИИ И РАЗВИТИИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СКОРОСТНОГО ВИДА ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

М. Ю. Губин, ООО «ЭнергоСтройПроект»

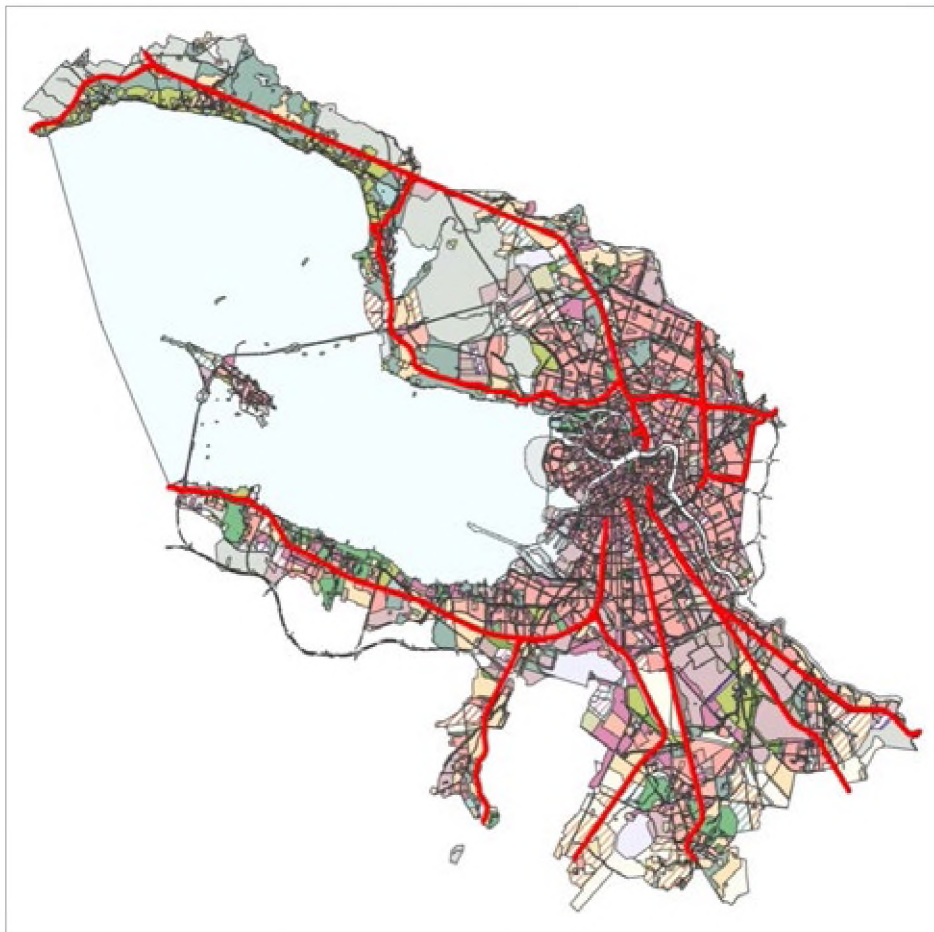


Рис. 1. Современное развитие пассажирских железных дорог в Санкт-Петербурге

Санкт-Петербург, в отличие от большинства исторических городов России, с первого дня своего существования развивался по генеральному плану. В отличие от городов, заложенных в средние века и ранее, в которых планировочный скелет формировался вокруг кремля и повлиял в будущем на всю планировочную структуру (характерно видно на примере Москвы), Санкт-Петербург имеет ярко выраженные радиальные направления корреспонденций.

То есть центр города по-прежнему остается основным местом приложения труда, сосредоточием учебных и культурных учреждений, в то время как периферия является преимущественно жилой (так называемые спальные районы). Данная особенность хорошо видна по схеме развития линий метрополитена. При этом, в отличие от Москвы, для Санкт-Петербурга строительство полностью замкнутой Кольцевой линии никогда не являлось приоритетным, в первую очередь ввиду малого

пассажиропотока. Кольцевая линия актуальна лишь в северной части, на участке от станции «Большой проспект-2» до станции «Лесная-2», где соединится пересадками со всеми пятью действующими линиями и существенно разгрузит станции центрального пересадочного узла. На юге же данную функцию выполнит строящаяся Красносельско-Калининская линия на участке от станции «Юго-Западная» до станции «Обводный канал-2». В то же время, ввиду развивающейся застройки периферийных районов города и прилегающих районов Ленинградской области, остро стоит вопрос перегрузки существующих линий. Например, после заселения района Северная долина, на станцию «Озерки» (третья станция по пути следования в центр города) приходят в утренний час пик полностью заполненные составы.

Наше предложение направлено на создание в городе, по сути, второго метрополитена, максимально используя имеющуюся инфраструктуру, в минимальные сроки и с максимальным

эффектом, с учетом опыта европейских городов:

- Парижа, где Сеть экспрессов региона Иль-де-Франс (RER) состоит из 5 линий, 257 станций и перевозит 780 млн пассажиров в год;
- Мюнхена, где городская электричка S-Bahn состоит из 10 линий, 149 станций и перевозит

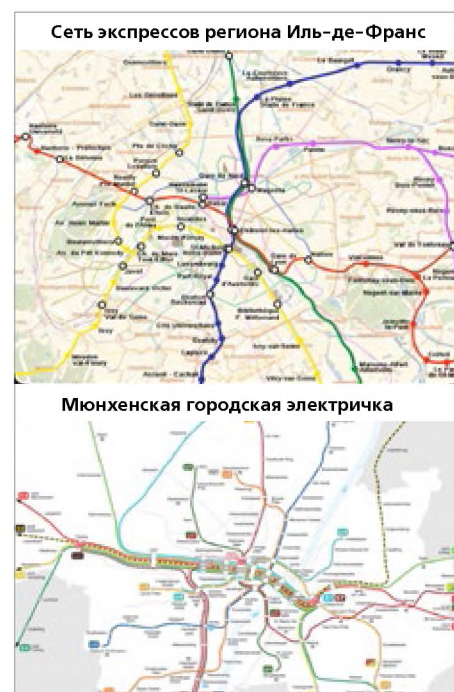


Рис. 2. Зарубежный опыт

250 млн пассажиров в год (рис. 2).

Санкт-Петербург является родиной общественных железных дорог России. Первая железная дорога появилась в Санкт-Петербурге 30 октября 1837 г. и называлась Царскосельской железной дорогой, связывающей изначально Санкт-Петербург и Царское Село (ныне г. Пушкин).

К настоящему времени Санкт-Петербургский пассажирский железнодорожный узел представлен пятью вокзалами – Московским, Балтийским, Ладужским, Витебским и Финляндским. В административных границах, помимо указанных вокзалов, насчитывается 71 пассажирская железнодорожная станция. Существующие вокзалы, кроме поездов дальнего следования, принимают пригородные поезда следующих основных направлений:

- Финляндский вокзал – Выборг, Сестрорецк, Приозерск, Всеволожск;
- Московский вокзал – Тосно, Кириши, Волхов;

- Витебский вокзал – Павловск, Вырица, Ордеж;
- Балтийский вокзал – Ломоносов, Гатчина, Луга.

Таким образом, Санкт-Петербург имеет на своей территории разветвленную сеть железных дорог, объем перевозок по которой крайне мал по сравнению с потенциальной провозной способностью.

Так в 2023 г. пригородными железными дорогами перевезено 93 млн пассажиров, в то

бы трафику по проспекту Славы, Дунайскому проспекту и параллельным им магистралям.

Для реализации скоростного движения остановочные пункты должны быть на расстоянии около 2 км (в противном случае значительно уменьшается средняя скорость). В то время как «классическая трамвайная линия» имеет расстояние между остановками порядка 400–600 м. То есть создание скоростного движения привело бы к необходимости отказа от ряда остановочных пунктов, что не

ществом – наличием землеотвода и санитарно-защитной зоны, в связи с чем реализация каких-либо проектов, связанных с использованием городской железной дороги, не будет иметь негативного воздействия на экологическую и историческую среду Санкт-Петербурга. Кроме того, железная дорога в Санкт-Петербурге не конкурирует с сетью основного транспорта – метрополитеном, трассы линий не дублируются, напротив – железная дорога проходит в районах, где метрополитен отсутствует, то есть между линиями (в южной части города).

Учитывая вышеизложенное, в данной работе предлагается строительство трех подземных участков железной дороги под центральной частью Санкт-Петербурга, связывающей направления Сестрорецк – Колпино, Выборг – Пушкин, Приозерск – Гатчина, Всеволожск – Красное Село (Петергоф) и имеющие пересадки на существующие станции Петербургского метрополитена. То есть станции типа «Ржевка», «Колпино», «Лигово», «Ручьи», «Пискаревка» и другие становятся полностью интегрированными в сеть метрополитена. Данное предложение позволит создать дополнительную транспортную систему, аналогичную упомянутым S-Bahn (Мюнхен, Берлин и др.), RER (Париж), систему, направленную на улучшение транспортного обслуживания жителей Санкт-Петербурга и его ближайших пригородов, таких как Красное Село, Пушкин, Колпино, Сертолово, Сестрорецк, Всеволожск.

В 2023 году пригородными железными дорогами перевезено 93 млн пассажиров, в то время как Петербургским метрополитеном – 668 млн.

время как Петербургским метрополитеном – 668 млн.

Причинами низкой востребованности железнодорожного транспорта являются неудобство пересадки на другие виды транспорта (в первую очередь, метрополитен) в районе железнодорожных вокзалов, а также низкая интенсивность движения пригородных поездов. Имеющиеся на сегодняшний день пересадки вокзал-метрополитен приемлемы скорее для дальних (разовых) поездок и мало подходят для ежедневных корреспонденций, ввиду временных, а также финансовых затрат.

За последнее десятилетие неоднократно поднимался вопрос о необходимости строительства в Санкт-Петербурге принципиально новой (в сравнении с существующей классической) транспортной системы. Предпринимались попытки создания НВПТ (новый вид пассажирского транспорта) «Надземный экспресс», линий ЛРТ (легкорельсовый транспорт) и т. п. По разным причинам указанные проекты не реализовывались или реализованы с серьезными оговорками. Основными проблемами при реализации альтернативных транспортных систем являются: высокая стоимость, необходимость, по сути, с нуля создавать инфраструктуру, реализация требует отчуждения земли (в том числе, находящейся в частной собственности), неоднозначность технических решений в части эксплуатации в условиях климата северной столицы. Также проблемой является то, что новые системы вступают в «соревнование» с существующей транспортной инфраструктурой и их реализация зачастую только ухудшает транспортную ситуацию. Пример тому – линия ЛРТ вдоль Бухарестской улицы (проект не реализован), когда по трассе действующей трамвайной линии планировалось пустить скоростной трамвай. На перекрестках планировалось приоритетное движение трамвая посредством светофорного регулирования, что помешало

явно улучшило бы транспортное обслуживание районов.

При этом в Санкт-Петербурге, как было упомянуто выше, на сегодня имеется значительный и мало используемый потенциал в части развития скоростного внеуличного транспорта – железная дорога в городской черте. Помимо существующих путей, контактной сети, наземных станций с прилегающей инфраструктурой, железная дорога в черте Санкт-Петербурга обладает главным преимущественно

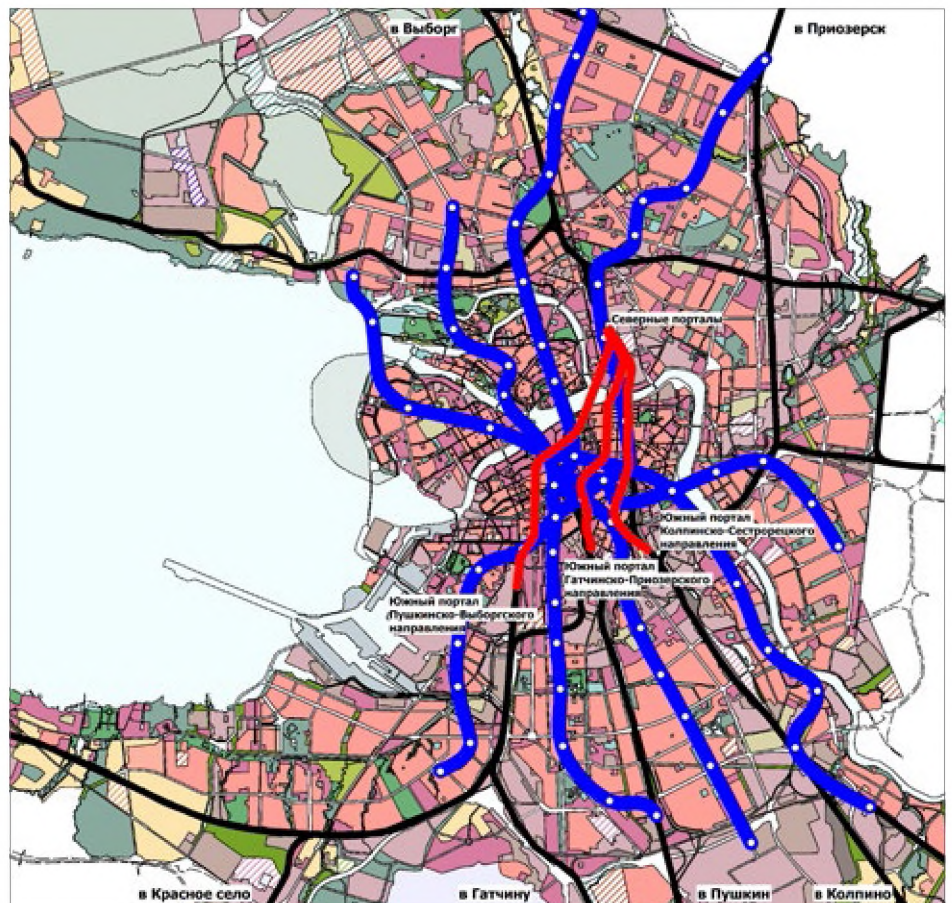


Рис. 3. Создание подземных участков железной дороги в Санкт-Петербурге

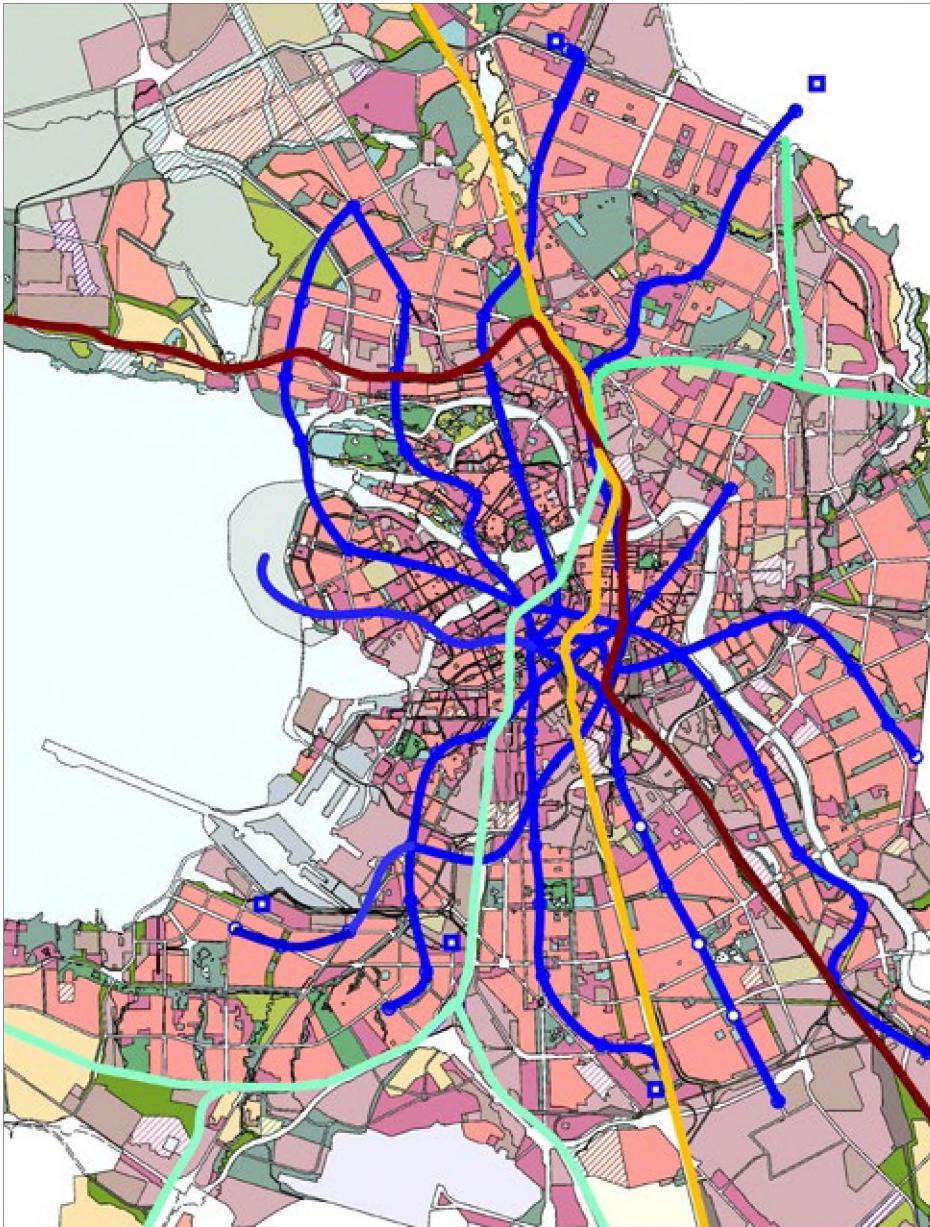


Рис. 4. Совмещенная схема скоростного внеуличного транспорта Санкт-Петербурга

Таблица

Протяженность и стоимость строительства

Направление	Протяженность, км	Стоимость, млн р.
Пушкинско-Выборгское	7,65	120 254,8
Гатчинско-Приозерское	9,25	145 406,0
Колпинско-Сестрорецкое	7,87	123 713,1

*Стоимость указана по объекту-аналогу – Красносельско-Калининской линии на участке от ст. «Юго-Западная» до ст. «Путиловская». Строительная длина линии в двухпутном исчислении 5,15 км, стоимость 36 250 701 тыс. р. с НДС 18 % в ценах января 2014 г., в текущем уровне цен стоимость принята НДС 20 % +22 % – удорожание с 2014 г. (7,13/5,84) в размере 44 975 446 тыс. р. или 8 733 096 за 1 км линии

Подземная железная дорога представляет собой сеть тоннелей и станций, идущую в продолжение главных путей Октябрьской железной дороги. В районе центральной части города подземная железная дорога залегает на уровне действующего метрополитена. Каждая линия подземной железной дороги

имеет станцию (подобную станции метрополитена), пересадочную на существующую станцию метрополитена. Северные порталы всех трех линий расположены в полосе отвода железной дороги в районе Финляндской площадки мотор-вагонного депо Санкт-Петербург-Московское (ГЧ-10 ОКТ), Гренадер-

ская улица.

Южный портал Пушкинско-Выборгского направления расположен в районе железнодорожной станции Боровая, Гатчинско-Приозерского – в районе ул. М. Митрофаньевской, Колпинско-Сестрорецкого – в районе железнодорожной станции Навалочная.

Параметры трассы в плане и профиле выполняются в соответствии с СП 122.13330.2023 «Тоннели железнодорожные и автодорожные». Габариты тоннеля приняты под габарит железнодорожного состава. Тоннели в однопутном исполнении с параллельной эвакуационной штольней и разъездами. Окончательные параметры системы можно определить по результатам разработки технико-экономического обоснования.

Следует отметить, что стоимость строительства (табл.) является предварительной и в основе лежит стоимость линии, состоящей из двух станций, в то время как предлагаемые варианты строительства подземной железной дороги имеют по одной станции, кроме того, по результатам проработки вопросов организации движения возможна оптимизация по объему строительства тоннелей. В целом общий объем капиталовложений соответствует пятилетнему бюджету метрополитена Санкт-Петербурга.

Предварительный срок строительства подземной железной дороги по опыту строительства метрополитена в схожих инженерно-геологических условиях составит около пяти лет.

Строительство не потребует отчуждения значительных земельных ресурсов в городской черте.

Наземные участки линии – главные пути Октябрьской железной дороги, с имеющейся инфраструктурой и используемой в настоящее время для пассажирских перевозок. Потребуется незначительная реконструкция пассажирских платформ (главным образом устройство переходов между путями, систем безопасности и контроля оплаты проезда).

Таким образом, предлагаемое решение позволяет в кратчайшие сроки создать в Санкт-Петербурге надежную скоростную внеуличную систему пассажирского транспорта (рис. 4), обеспечить пешеходную доступность до станций метро. Метрополитен получит дополнительно более 60 полноценных станций и, что немаловажно – будут решаться транспортные проблемы пригородов Санкт-Петербурга. Кроме того, это позволит оптимизировать программу по строительству линий метрополитена.

Ключевые слова

Метрополитен, сеть железных дорог, подземная железная дорога, пересадочные станции.

Для связи с автором

Губин Максим Юрьевич
gubin@esprojectspb.ru



МОСКОВСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН: АКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ ПРОДОЛЖАЕТСЯ

Сегодня многомиллионную Москву невозможно представить без метро. Даже заядлые автомобилисты оставляют свои машины на перехватывающих парковках и спускаются в подземку, чтобы не стоять в пробках. Рассматривая пеструю схему столичного метрополитена, трудно поверить, что всего 100 лет назад такого вида транспорта вообще не существовало, а первое предложение о его строительстве 150 лет назад было отвергнуто.



В планах Московского метрополитена на ближайшие годы – порядка 40 новых станций. Эту цифру озвучил в начале 2024 г. мэр Москвы Сергей Собянин. В частности, в 2024 г. на красной ветке открыли станцию «Потапово», на Кольцевой линии откроют «Достоевскую» (ранее в планах – «Суворовская»), на синей ветке – «Гольяново». Кроме того, будут открыты и абсолютно новые радиусы: Рублево-Архангельская, Бирюлевская и Троицкая линии. Благодаря им подземка появится на отдаленных от центра территориях, которые находятся далеко за пределами МКАД.

Полным ходом идут работы и на строительстве Рублево-Архангельской линии – ее ввод стоит в планах города к 2030 г.

Метро в шаговой доступности появится еще в нескольких районах «старой» Москвы. Строятся и открываются также новые переходы между станциями на Большой кольцевой линии Московского метрополитена.

2024-й стал очередным знаковым годом в московском метростроении. На Троицкой линии, одной из самых протяженных в Москве – длиной 43,4 км, некоторые из 17 станций вошли в строй уже в этом году. Ожидается, что в следующем году она дойдет до Коммунарки, а в перспективе достигнет и Троицка. Впервые подземка окажется так далеко за МКАД.

Но обо всем по порядку.

Сокольническая линия, станция «Потапово»

Сначала немного истории. Сокольническая, красная – первая ветка Московского метрополитена, та самая, о которой поется в известной песне: «...от Сокольников до Парка – на метро...». 15 мая 1935 г. в Москве открылся первый участок первой линии столичной подземки – Сокольнической. Его длина составила 11,2 км, он протянулся от «Сокольников» до «Парка культуры» с ответвлением к станции «Смоленская». Сейчас красная ветка имеет длину 44,1 км, на ней расположено 26 станций. Линия связывает через центр столицы районы Богородское и Сокольники с Хамовниками, территорией МГУ на Воробьевых горах, проспектом Вернадского, районом Тропарево-Никулино и Новой Москвой.

С 2012 г. на первой линии метро открылось семь новых станций. В 2014-м была запущена станция «Тропарево». Станции «Румянцево» и «Саларьево» открыли в 2016 г. Интересно, что «Румянцево» поставила своеобразный



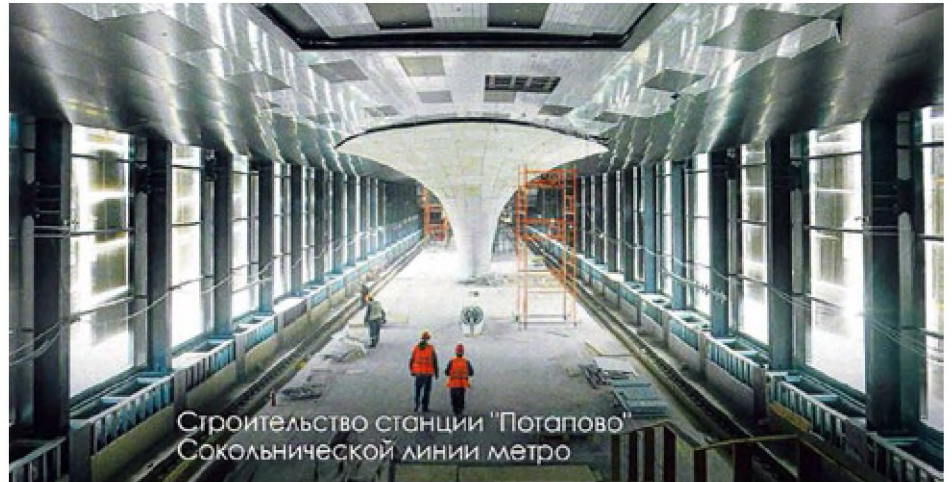
рекорд: она была конечной станцией самое короткое время за всю историю столичной подземки – 28 дней. Ее запустили 18 января 2016 г., а уже 15 февраля заработала следующая за ней станция – «Саларьево». Затем Сокольническая линия метро дошла до Коммунарки. На участке длиной около 12 км построили четыре станции: «Филатов Луг», «Прокшино», «Ольховая» и «Коммунарка». Открыл участок мэр Москвы Сергей Собянин 20 июня 2019 г.

На этом продление Сокольнической линии метро не остановилось. Сейчас здесь построили конечную станцию – «Потапово» (в некоторых проектных документах фигурировало название «Новомосковская»). Она разместилась в створе дорожной магистрали Солнцево – Бутово – Варшавское шоссе, недалеко от пересечения с ул. Александры Монаховой. Строительство началось зимой 2021 г. Длина перегона от «Коммунарки» до «Потапово» составляет 2,4 км. Решение о строительстве станции метро, вокруг которой сформируется новый район с 1,3 млн м² жилья и более чем 1 млн «квадратов» нежилых объектов, инициировано мэром Москвы Сергеем Собяниным.

«Потапово» соорудили по принципиально новой технологии: она стала первой отапливаемой наземной станцией Московского метро, в которой для подачи теплого воздуха установили специальное вентиляционное оборудование, благодаря чему увеличится подача теплого воздуха. Минимизировать теплоотдачу и исключить дальнейшие проблемы с эксплуатацией, такие как образование наледи, поможет дополнительное утепление вестибюлей и использование двойных стеклопакетов на путевых стенах станции. Размещение дополнительного оборудования потребовало от специалистов городской группы компаний «Моспроект-3» нестандартных инженерных решений: вписать технику в конструктивную оболочку и не нарушить архитектурный облик станции, а также сформировать вектор развития новой, динамичной Москвы в облике станционного комплекса. Именно такие ключевые направления-векторы были сформированы генпроектировщиком для архитектурного бюро PARSEC – автора дизайн-проекта будущей станции.

Станция «Потапово» оборудована лифтами. Технологически она рассчитана на очень большой пассажиропоток, так как здесь построен транспортно-пересадочный узел. Продление красной ветки метро до станции «Потапово» заметно улучшит транспортное обслуживание жителей Новомосковского округа и района Южное Бутово. Здесь проживают и работают почти 70 тыс. человек. Кроме того, станцией будут пользоваться жители новых кварталов Коммунарки. В составе участка метро «Коммунарка» – «Потапово» планируется построить электродепо.

По прогнозу столичных властей, станцией метро «Потапово» в будни будут пользоваться по 19,5 тыс. граждан в сутки, а к 2030 г. их чис-



Строительство станции «Потапово» Сокольнической линии метро



Строительство станции «Потапово» Сокольнической линии метро



Проект станции «Гольяново»

ло увеличится до 27,2 тыс.

Основным вызовом в ходе сооружения станции стало сопротивление водной стихии. На месте расположения станции ранее протекала река Шишовка, ее русло завели в коллектор, грунты осушили.

5 сентября 2024 г. станция «Потапово» открылась для пассажиров. Экономия времени в пути у жителей близлежащих районов составит до 40 минут в день. Заказчик и главный проектировщик станции «Потапово» – АО «Моспромпроект» (входит в группу компаний «Моспроект-3»), дизайн-проект разработало архитектурное бюро PARSEC. При формировании проекта в ГК «Моспроект-3» постарались увязать новую развивающуюся агломерацию Новой Москвы и сложнейший

московский скоростной транспорт – метрополитен, учесть все тонкости в его эксплуатации, а также сформировать вектор развития новой, динамичной Москвы в облике станционного комплекса.

Арбатско-Покровская линия, станция «Гольяново»

Строительство станции метро «Гольяново» Арбатско-Покровской (синей) линии начнут в конце 2024 г., сообщил мэр Москвы Сергей Собянин. Она станет конечной на синей ветке. Сейчас поезда идут до станции «Щелковская», а после разворачиваются в обратном тоннеле за ней и идут в обратном направлении, к станции «Пятницкое шоссе».

Строительство станции «Гольяново» сделает город ближе для 230 тыс. местных жителей и разгрузит «Щелковскую». Соответственно, Арбатско-Покровскую линию продлят на 2,6 км. Конкретные параметры будущей станции в районе Гольяново еще предстоит разработать и утвердить, но основные решения понятны уже сегодня.

Для размещения «Гольяново» подобрана площадка в центре района на ул. Уссурийской, вблизи примыкания к ней ул. Сахалинской. В результате большинство жителей северных и восточных кварталов Гольяново смогут доехать до метро за 10–15 минут или проехать пару остановок на автобусе. Жителям кварталов вдоль Щелковского шоссе по-прежнему будет удобнее пользоваться станциями «Щелковская» или «Черкизовская».

Геологоразведочные работы для строительства будущей станции ведутся с 2021 г. В настоящее время проводят вынос различных коммуникаций. По плану эти работы должны завершиться летом 2024 г., после чего начнется основной этап строительства нового участка синей ветки. Проектная документация по сооружению стартового котлована для тоннельного прохода между станциями «Щелковская» и «Гольяново» Арбатско-Покровской линии метро уже готова и проходит экспертизу. Длина проектируемого участка составит 2,6 км, будущая станция будет мелкозаложенной: ее глубина составит порядка 11 м при глубине котлована около 17 м.

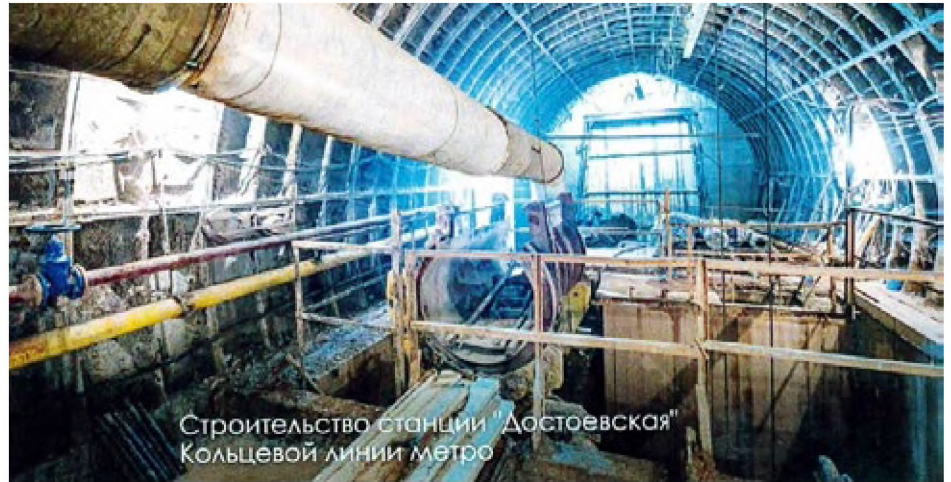
На станции планируются два подземных вестибюля, вход в которые будет осуществляться по подземным переходам с выходами на обе стороны ул. Уссурийской. Оба вестибюля будут обеспечены лифтами для удобства маломобильных групп населения. Проектируемая станция получит платформу островного типа длиной 163 и шириной порядка 11 м. За станцией «Гольяново» будут размещены оборотные тупики, обеспечивающие оборот, отстой и обслуживание подвижного состава Арбатско-Покровской линии.

Согласно Адресной инвестиционной программе (АИП) на 2023–2026 гг., ключевым приоритетом которой является развитие транспортной инфраструктуры Москвы, на продление Арбатско-Покровской линии в Гольяново выделено: в 2023 г. – 2 млрд р., в 2024 г. – 1,5 млрд р., в 2025 г. – 5 млрд р., в 2026 г. – 15 млрд р., после 2026 г. – 3 млрд р.

Транспортная ситуация в районе Гольяново достаточно сложная, и люди с нетерпением ждут открытия новой станции.

Кольцевая линия, станция «Достоевская»

В октябре 2022 г. мэр Москвы Сергей Собянин утвердил проект будущей станции «Суворовская» Кольцевой линии метро, ее внесли в перечень перспективных объектов строительства столичной подземки и в Адресную инвестиционную программу на 2023–2026 гг. В течение 2023 г. специалисты провели необ-



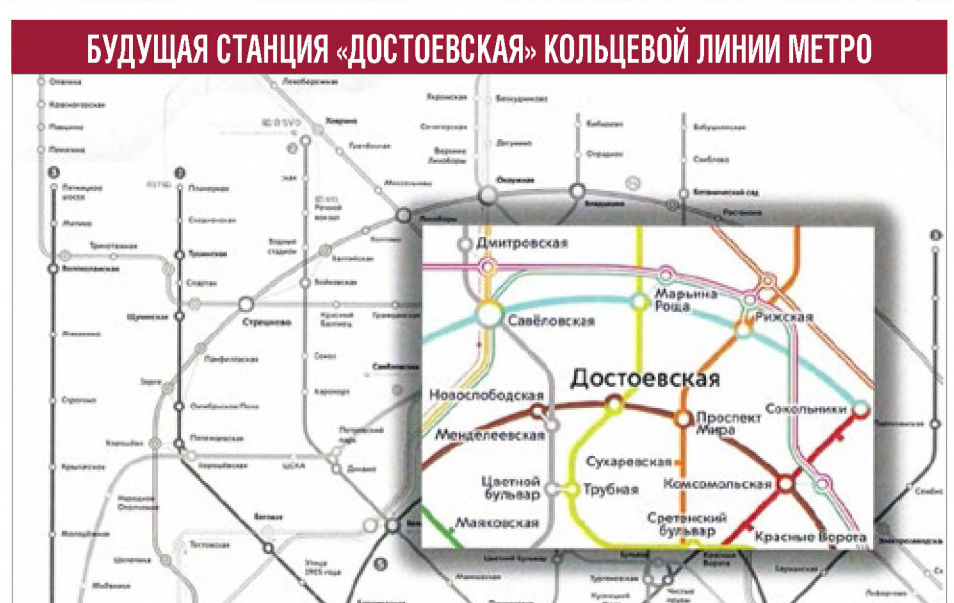
ходимые проектные и подготовительные работы, а в 2024-м строители приступили к основному этапу сооружения объекта. Построят станцию между станциями «Новослободская» и «Проспект Мира».

Позднее было принято решение станцию «Суворовская» Кольцевой линии метро официально переименовать в «Достоевскую». Такое же название носит и пересадка на салатовую ветку. В подобном решении нет ничего удивительного. Еще в 2017 г. власти приняли постановление: пересадочные узлы должны

получать одинаковые названия. «Достоевская» станет 13-й станцией на действующей Кольцевой линии метро.

«Сейчас ведется проектирование будущей станции. С ее открытием новые маршруты смогут выбирать свыше 200 тыс. жителей районов Мещанский, Тверской и Марьино Роща», – написал в своем телеграм-канале Сергей Собянин.

С «Достоевской» можно будет перейти на станцию «Достоевская» Люблинско-Дмитровской линии. У пассажиров салатовой





Строительство станции "Достоевская"
Кольцевой линии метро

ветки появятся дополнительные варианты поездок по городу. Кроме того, частично разгрузятся перегоны и пересадочные станции внутри Кольцевой линии.

В начале марта 2023 г. заммэра Москвы по вопросам градостроительной политики (тогда еще) Андрей Бочкарев заявил, что строительство станции планируют завершить к 2026 г.

Есть у этой станции и своя история. Для обеспечения строительства станции при сооружении перегона в 1950-х гг. был оставлен задел: в этом месте пути расположены на ровной площадке и не имеют уклона, а между ними оставлено достаточно места, чтобы соорудить центральный зал. Таким образом, «Суворовскую», как и станцию «Горьковская» (ныне «Тверская»), открытую в 1979 г., планировалось построить на действующем перегоне. По словам бывшего начальника Московского метрополитена Д. В. Гаева, вход на станцию планировался на Олимпийском проспекте.

Разработку проекта станции предполагалось начать в 2011 г., чтобы к 2013–2014 гг. приступить к строительным работам. Уже в 2011 г. начались предварительные работы для постройки обходных тоннелей вокруг места будущей станции. Их предполагалось использовать на время строительства самой станции. 17 июля 2012 г. постановлением Правительства Москвы № 333-ПП был утвер-

жден проект планировки станции. Тем не менее, постановлением Правительства Москвы от 30 апреля 2013 г. № 282-ПП «О внесении изменения в постановление Правительства Москвы от 4 мая 2012 г. № 194-ПП» начало строительства станции «Суворовская» было перенесено на неопределенный срок.

Активные работы в стволе № 942-к (официально относящемся к комплексу строительных площадок, изначально расчищенных под ст. «Достоевская» Люблинско-Дмитровской линии), расположенном между Олимпийским проспектом и Екатерининским садом, были оставлены в 2013 г. Вторая площадка со стволом № 942 располагается на ул. Селезневская. По состоянию на февраль 2017 г. решение о возобновлении строительства не было принято, не исключалась консервация по причине необходимости строительства горным (то есть взрывным) способом, требующим больших денежных затрат. В марте 2017 г. было объявлено об отказе от строительства этой станции. Однако в конце июля 2019 г. сообщалось, что строительство станции будет возобновлено до конца года. Об этом объявил мэр Москвы Сергей Собянин. 6 октября 2022 г. объявлено об утверждении мэром проекта строительства станции, а в декабре того же года – о начале строительства, которое займет пять лет. При этом станция будет строиться горным способом, понадобится

сооружение обходных тоннелей, а проходческие щиты использованы не будут.

Таким образом, запроектирована станция была еще в 1950-х гг. В 2010 г. открылась станция «Достоевская» Люблинско-Дмитровской линии метро, но и тогда пересадочный узел с Кольцевой линией не был создан из-за сложностей размещения «Суворовской» в составе работающей линии.

Однако сегодня необходимость станции, которая соединит салатовую линию метрополитена с Кольцом, очевидна всем. Потому и было принято решение о ее строительстве.

Согласно проекту новую станцию метро с двумя вестибюлями и выходами к улицам Де-Легатская, Дурова и Олимпийскому проспекту планируется разместить вдоль ул. Дурова. Проектом предусматривается строительство:

- двух выходов и подземной части станции «Достоевская»;
- многоквартирного дома в рамках реализации Программы реновации жилищного фонда в Москве;
- многофункционального общественно-делового комплекса;
- торгово-развлекательного центра.

Специалисты отмечают, что всего с 1988 г. по сегодняшний день сделано порядка 5 % от общего объема работ, запланированных на станции «Достоевская».

Строительные работы будут вестись на глубине 42 м. Станция строится в условиях плотной городской застройки, в непосредственной близости к действующему метро, в так называемой технической зоне. Поэтому практически все строительные работы проведут вручную. Здесь не предусмотрено применение ни машин, ни тоннелепроходческих щитов. Работы будут вестись максимум буровзрывным способом, а в технической зоне – только отбойным молотком и только ручным трудом, чтобы не нарушить конструкции действующего метро. О том, как будут «вживлять» новую станцию в действующую ветку метро рассказал бывший генеральный директор АО «Мосметрострой» (сейчас – генеральный директор АО «Мосинжпроект») Сергей Жуков: «Все, что связано с внедрением в действующий организм метрополитена, – довольно сложный процесс. Но все принципиальные технические решения уже приняты. Для того чтобы соорудить «Суворовскую», сначала построим обходные тоннели, по которым перенаправим движение поездов Кольцевой линии, затем будет сооружаться сам станционный комплекс, и впоследствии произойдет так называемое присоединение к действующей линии».

При этом в ходе основных строительных работ движение по Кольцевой линии метро ограничиваться не будет. Активное строительство самой станции будет осуществляться после переключения движения поездов на временную схему по двум дополнительно построенным обходным тоннелям длиной

порядка 900 м. Когда будут сооружаться основные конструкции станции, планируется ограничить движение поездов – сначала с внутренней части Кольцевой, потом с внешней.

На станции будет два вестибюля. Один расположится на ул. Дурова рядом с театром Российской Армии, второй – на Олимпийском проспекте. Сегодня обсуждается возможность внедрения выходов со станции в здание спорткомплекса «Олимпийский». То есть посетители смогут не выходить на улицу, а сразу из метро попасть внутрь комплекса. Переход планируется оборудовать траволаторами. «Здесь будет два вестибюля: подземный и наземный. Уникальной особенностью станет 350-метровый подземный переход, оснащенный траволаторами – движущимися бесступенчатыми полосами. Это первый такой переход в метро», – подчеркнул Сергей Собянин.

«Достоевская» – не первая станция, которую возводят на действующей линии метро. Ранее также были расконсервированы станции «Технопарк» на Замоскворецкой и «Спартак» на Таганско-Краснопресненской линиях.

«Специфика территории на Суворовской площади, где возводится станция метро «Достоевская», не позволяет создать открытый котлован и использовать тоннелепроходческий щит. Поэтому возле Центрального академического театра Российской Армии построили шахтные стволы, через которые ведутся работы закрытым способом: доставка оборудования, спуск и подъем строителей, горная проходка и выдача выработанной породы», – комментирует ситуацию заместитель мэра Москвы по вопросам градостроительной политики и строительства Владимир Ефимов.

«У московских метростроителей есть большой опыт строительства станций метро горным способом. Например, таким методом на глубине более 60 м были построены станции «Савеловская», «Марьяна Роща» и «Рижская» Большой кольцевой линии», – отметил руководитель Департамента строительства столицы Рафик Загрудинов.

Ранее Сергей Собянин сообщил, что «Достоевская» станет первой станцией, построенной на Кольцевой линии спустя 70 лет после полного запуска ветки.

Работы ведутся для развития инфраструктуры Центрального транспортного узла – важного направления национального проекта «Модернизация транспортной инфраструктуры».

Станция «Достоевская» позволит сотням тысяч пассажиров Люблинско-Дмитровской линии выбирать новые более быстрые и удобные варианты поездок по столице. Кроме того, до 20 % разгрузятся станции «Проспект Мира» Кольцевой и Калужско-Рижской линий, до 25 % снизится нагрузка на пока что единственной пересадке между Кольцевой и Люблинско-Дмитровской линиями на станциях «Курская» и «Чкаловская». Также с 10 до 1 минуты сократится путь от метро до комплекса

«Олимпийский».

Сергей Собянин отметил, что строительство станции «Достоевская» продлится порядка четырех-пяти лет.

Троицкая линия

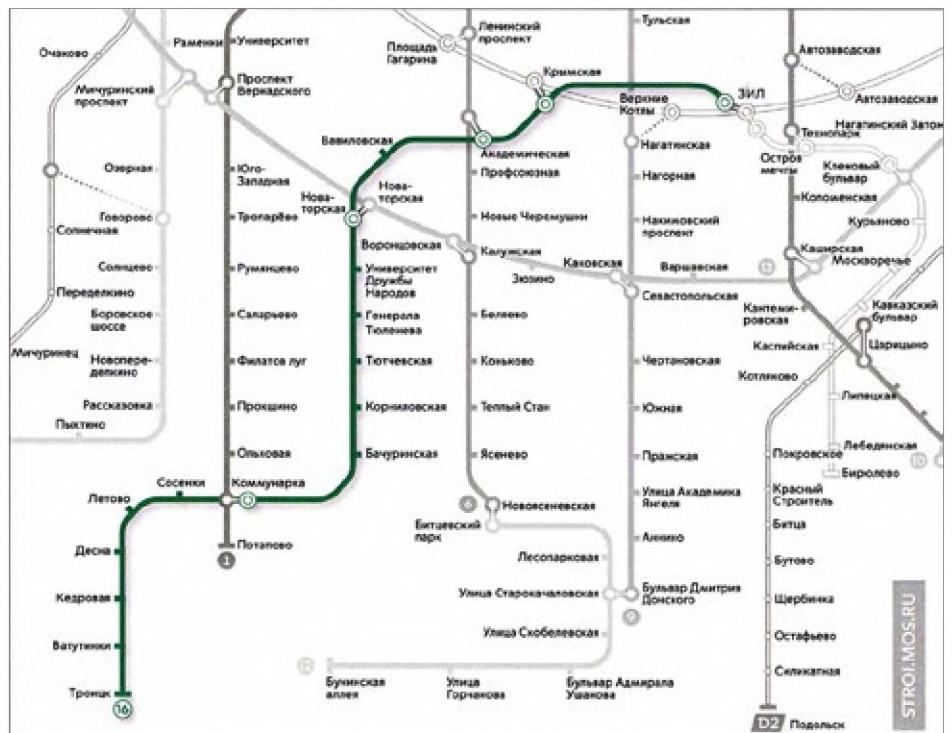
21 июня 2024 г. Сергей Собянин провел технический пуск первых четырех станций Троицкой линии метро.

Новая радиальная линия метро – Троицкая – строится в столице. Радиус длиной 43,4 км с 17 станциями станет одним из самых протяженных в Московском метро и самым большим за МКАД. Он пройдет от станции «ЗИЛ» и дойдет до Новой Москвы. Его запуск положительно скажется и на дорожной сети в районах, примыкающих к новым станциям метро: улучшится транспортная ситуация на юго-западе и юге столицы. На карте метро Москвы Троицкая линия будет обозначена изумрудным цветом. По оценкам московской мэрии, ею будут пользоваться около 100 тыс.

человек ежедневно.

Идея строительства метро в Новой Москве появилась еще в 2011 г., когда было принято решение расширить границы столицы. Изначально новая ветка получила название Коммунарская, поскольку ее собирались проложить до п. Коммунарка. Однако в 2019 г. было принято решение продлить новый радиус до Троицка, а ветка стала называться Троицкой. С появлением новой линии метро развивающиеся территории Новой Москвы получат скоростное беспересадочное транспортное сообщение с районами центрального, западного, юго-западного и южного секторов Москвы.

Новый радиус позволит улучшить транспортное обслуживание 11 районов столицы: Даниловского, Нагорного, Донского, Котловки, Академического, Гагаринского, Ломоносовского, Обручевского, проспекта Вернадского, Коньково и Теплого Стана. В зоне прохождения Троицкой линии четыре поселения: Мосрентген, Сосенское, Воскресен-





Строительство станции «Новаторская»
Троицкой линии метро



ское, Десеновское, а также городской округ Троицк.

Кроме того, новый радиус метро будет способствовать повышению мобильности трудовых ресурсов. В мэрии подчеркивают, что в целом строительство нового полноценного радиуса метро является одним из важнейших условий роста деловой активности на прилегающих территориях и создает предпосылки для реализации полицентрической модели развития Москвы.

Строительство Троицкой линии разделено на участки. Сейчас создается первая очередь отрезков ветки от «ЗИЛ» до «Коммунарки» общей протяженностью 26,6 км с 11 станциями: «ЗИЛ» (пересадка на будущую Бирюлевскую линию и Московское центральное кольцо (МЦК)), «Крымская» (пересадка на МЦК), «Академическая» (пересадка на Калужско-Рижскую линию), «Вавиловская», «Новаторская» (пересадка на Большую кольцевую линию (БКЛ)), «Университет Дружбы Народов», «Генерала Тюленева», «Тютчевская», «Корниловская», «Бачуринская», «Коммунарка» (пересадка на Сокольническую линию).

Проходка тоннелей будущей линии выполняется по традиционной для Московского метрополитена технологии – с устройством двух однопутных тоннелей диаметром 6 м. Полностью пройдены перегонные тоннели от «Академической» до «Коммунарки». Ведется сооружение перегонных тоннелей участка «Академическая» – «ЗИЛ».

Завершение основных работ по строительству первой очереди Троицкой линии от «ЗИЛ» до «Коммунарки» намечено на 2024 г.

Максимальная интенсивность движения на этом участке может составить до 36 пар поездов в час с интервалами до 1,5 минуты.

В первые годы эксплуатации обслуживать поезда новой линии будет электродепо «Замоскворецкое», а затем – «Столбово». На 2028–2029 г. запланировано завершение строительства электродепо «Троицкое».

В конце ноября 2023 г. мэр Москвы Сергей Собянин заявил, что строительство первого участка Троицкой линии вышло на финишную прямую. На участке ведутся строительные-монтажные и отделочные работы, монтаж инженерного оборудования. Троицкая линия фактически станет дублером южных участков Сокольнической и Калужско-Рижской линий. «Особенно выиграют пассажиры оранжевой ветки, так как станция «Теплый Стан» перестанет быть главным пересадочным узлом», – подчеркивает руководитель столичного департамента строительства Рафик Загрудин.

Станция «Коммунарка» станет первым пересадочным узлом на территории ТиНАО – переход можно будет совершить между Троицкой и Сокольнической линиями. Новый пересадочный узел позволит жителям ТиНАО выбирать маршруты передвижения по городу. Сегодня жители Троицка и поселений, распо-



ложенных вдоль Калужского шоссе, вынуждены добираться на наземном общественном транспорте до станции метро «Теплый Стан» Калужско-Рижской линии метрополитена, а дальше на метро до центральной части города. После ввода Троицкой линии и пересадочного узла «Коммунарка» у жителей появятся альтернативные маршруты.

Помимо «Коммунарки» с Троицкой линии будет переход на Калужско-Рижскую линию через станцию «Академическая». Еще два перехода будут на МЦК – на станциях «ЗИЛ» и «Крымская». На станции «Новаторская» можно будет перейти на одноименную станцию Большой кольцевой линии метро. Кроме того, появится переход на будущую Бирюлевскую линию со станции «ЗИЛ».

В состав участка с 11 станциями войдет и станция «Университет Дружбы Народов». «В шаговой доступности от новой станции расположено несколько крупных столичных вузов, в том числе Российский университет дружбы народов, Российский государственный геологоразведочный университет, Институт биоорганической химии РАН. С открытием станции тысячи студентов смогут добираться до мест обучения на метро, реже

используя наземный транспорт», – подчеркивает Рафик Загрудинов.

Станция «Университет Дружбы Народов» важна не только для студентов вузов, но и для посетителей научных и медицинских центров, расположенных в этом районе, а также для порядка 240 тыс. человек, проживающих в районах рядом. Открытие станции «Университет Дружбы Народов», по расчетам столичной мэрии, позволит до 20% разгрузить станции «Беляево» и «Юго-Западная». Местные жители будут экономить до получаса в дороге, путь до МЦК займет 12 минут, до БКЛ – всего 3 минуты. Станет свободнее на Профсоюзной улице и Ленинском проспекте.

Оставшийся участок в 16,8 км от Коммунарки до Троицка насчитывает шесть станций: «Сосенки», «Ракитки», «Десна», «Кедровая», «Ватутинки» и собственно «Троицк». Строительство будет вестись в два этапа. Вся градостроительная документация оставшегося пути до Троицка уже утверждена. Первый участок, от «Коммунарки» до станции «Кедровая», протяженностью 10,5 км планируют запустить в 2028 г. Строительство последнего участка, от «Кедровой» до станции «Троицк», планируют закончить год спустя – в 2029-м.

С вводом новых станций сократится путь между центральными и юго-западными районами Москвы и территориями Новомосковского и Троицкого округов (ТиНАО).

Рублево-Архангельская линия

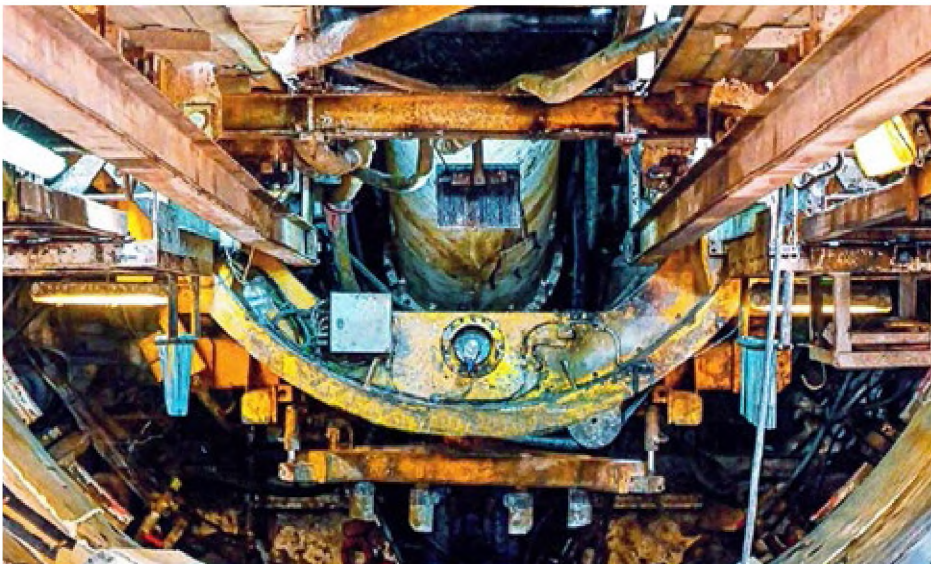
Рублево-Архангельская линия – будущая радиальная линия Московского метрополитена. В перспективе она должна соединить Московский международный деловой центр и Международный финансовый центр «Рублево-Архангельское», а также объединиться с Бирюлевской линией. Решение о проектировании и строительстве Рублево-Архангельской линии метро было принято мэром столицы в 2012 г. Новая ветка столичной подземки пройдет от делового центра «Москва-Сити» до станции «Ильинская» за МКАД, в Рублево-Архангельское, с пересадками на Московское центральное кольцо (МЦК), Солнцевскую, Филевскую, Арбатско-Покровскую и Большую кольцевую линии метро.

Участок линии, включающий в себя станции «Деловой центр» и «Шелепиха», был открыт 26 февраля 2018 г. в составе первой очереди Большой кольцевой линии и с открытия по 21 июня 2024 г. эксплуатировался как ее вилочное ответвление. Строительство последующих двух участков с восемью станциями предполагается завершить в 2027 г. На схемах обозначение Бирюлевской линии планируется графитовым цветом. Цветовое обозначение линии было выбрано путем голосования, инициированного Сергеем Собяниным на интернет-портале «Активный гражданин».

В 2021 г. началось строительство первого и второго пусковых комплексов Рублево-Архангельской линии от станции «Шелепиха» до «Липовой Рощи» протяженностью 12,7 км с шестью новыми станциями:

- «Звенигородская» – в районе Хорошево-Мневники возле пересечения ул. Шенюгина, Шелепихинского шоссе и 1-го Силикатного проезда;
- «Народное Ополчение» (пересадочная на одноименную станцию Большой кольцевой линии) – вдоль ул. Демьяна Бедного на пересечении с просп. Маршала Жукова;
- «Бульвар Генерала Карбышева» – параллельно ул. Маршала Тухачевского на пересечении с бульваром Генерала Карбышева;
- «Серебряный Бор» – вдоль ул. Паршина вблизи пересечения с ул. Живописной;
- «Строгино» (пересадочная на одноименную станцию Арбатско-Покровской линии) – вдоль Строгинского бульвара;
- «Липовая Роща» – на территории Московской области вдоль МКАД, между Новорижским шоссе и территорией жилой и общественной застройки «Спутник».

Сейчас ведется строительство трех станций: «Народное Ополчение», «Звенигородская» и «Бульвар Генерала Карбышева». Завершена проходка перегонных тоннелей между станциями «Народное Ополчение»



и «Звенигородская».

Рублево-Архангельская линия улучшит транспортное обслуживание более 800 тыс. москвичей. И это жители не только старых микрорайонов, но и нового – СберСити, его возводят также в Рублево-Архангельском. Наряду с жилыми кварталами, там будут деловые центры, комфортные общественные пространства и социальные объекты. Кроме того, там появится школа цифровых технологий Сбербанка, где будут готовить IT-специалистов, востребованных экономикой Москвы.

В мае 2024 г. Сергей Собянин дал старт проходке новых тоннелей Рублево-Архангельской линии метро – левого и правого перегонных тоннелей на участке от станции «Народное Ополчение» до станции «Бульвар Генерала Карбышева».

Левый тоннель строит тоннелепроходческий механизированный комплекс (ТПМК) «Натали», правый – ТПК «Виктория». Длина каждого тоннеля составляет 1,1 км. Глубина заложения на станции «Народное Ополчение» Рафик Загрутдинов – 22 м, на самой глубокой точке перегона – 24 м, на выходе у станции «Бульвар Генерала Карбышева» – 12 м.

Завершить проходку тоннелей планируется в декабре текущего года и феврале 2025-го.

«Еще один щит диаметром 10 м запустим уже осенью между станциями «Бульвар Генерала Карбышева» и «Серебряный Бор». А в декабре собираемся приступить к проходке правого тоннеля на участке «Шелепиха» – «Звенигородская». Сооружение всех перегонных тоннелей Рублево-Архангельской линии от «Шелепихи» до «Липовой Роши» планируем завершить в 2025–2026 гг.», – сообщил Сергей Собянин в своем телеграм-канале.

В стадии разработки находится градостроительная документация по третьему пусковому комплексу протяженностью 6 км. Он продлит Рублево-Архангельскую линию от станции «Липовая Роща» до Рублево-Архангельского со станциями «Рублево-Архангельское» и «Ильинская».

В июле текущего года мэр Москвы вместе с главой Сбербанка дал старт строительству новой станции третьего участка Рублево-Архангельской линии на территории умного города СберСити на западе Москвы.

Общая длина Рублево-Архангельской ли-

нии составит немногим более 18 км. Общее число станций – 10.

Бирюлевская линия

Бирюлевская линия – перспективная радиальная ветка Московского метро, которая будет обслуживать районы на юге столицы. Маршрут новой линии достаточно сложный. Берет она начало на территории бывшей промзоны ЗИЛ, которая сейчас активно реорганизуется. На своем пути лишь Москву-реку пересечет четыре раза: подводный участок длиной порядка километра. Кроме того, появятся новые пересадки в метро. С Бирюлевской линии можно будет перейти на станцию «ЗИЛ» Троицкой линии и одноименную станцию Московского центрального кольца (МЦК), на «Технопарк» Замоскворецкой линии и «Кленовый бульвар»



Большой кольцевой линии (БКЛ), а также железнодорожную станцию Бирюлево-Пассажирская. На схеме метро Москвы линия будет обозначаться рубиновым цветом. Рядом с будущей линией метро проживают 505 тыс. москвичей, расположено около 210 тыс. мест приложения труда.

В настоящее время Бирюлевская ветка входит в тройку первоочередных для столицы радиальных линий, прокладкой которых она занимается. На участке длиной 22,2 км разместятся 10 станций со следующими рабочими названиями: «ЗИЛ», «Остров мечты», «Кленовый бульвар», «Курьяново» («Батюнино»), «Москворечье», «Кавказский бульвар», «Каспийская» («6-я Радиальная улица»), «Липецкая», «Лебедянская» («Загорье»), «Бирюлево». Новая линия пройдет по территориям семи районов города: Даниловский, Нагатинский Затон, Москворечье-Сабурово, Печатники, Царицыно, Бирюлево Восточное и Бирюлево Западное.

Метро придет в микрорайон Курьяново (район Печатники), где сегодня у жителей его нет.

Одна станция появится на Кавказском бульваре в районе Царицыно. Там сейчас полным

ходом разворачивается программа реновации. Это перспективная радиальная ветка Московского метро, она будет обслуживать районы на юге столицы.

Новой станцией «ЗИЛ» смогут пользоваться жители района Москворечье-Сабурово. Еще одна разместится на Бакинской улице.

Линия протянется в район Бирюлево Восточное, где метро ждут несколько десятков лет. Одна станция станет настоящим подарком для обманутых дольщиков достраиваемого ЖК «Царицыно». По решению мэра Сергея Собянина город взял на себя обязательство завершить долгострой. Вторую станцию построят в районе пересечения улиц Липецкая и Лебедянская.

Далее линия протянется в район Бирюлево Западное, который отрезан от города двумя ветками железной дороги.

Проект планировки первого участка Бирюлевской линии метро был утвержден в 2021 г. На 6-километровом отрезке планируется построить три станции. Станция «ЗИЛ» расположится на пересечении проспекта Лихачева с ул. Братьев Рябушинских, вблизи одноименной станции Московского

центрального кольца (с нее также можно будет пересечь на Троицкую линию). Станция «Остров Мечты» появится вблизи одноименного тематического парка развлечений, вдоль бокового съезда и дублера проспекта Андропова, она станет пересадочной на станцию «Технопарк» Замоскворецкой линии метро. Станция «Кленовый бульвар» разместится вдоль Кленового бульвара у пересечения с ул. Новинки. Со станции можно будет сделать пересадку на одноименную станцию Большой кольцевой линии метро.

1 марта 2023 г. утвержден проект планировки 2-го и 3-го участков линии. На участке длиной около 16 км планируется построить семь станций:

- «Курьяново» – вблизи примыкания ул. 4-я Курьяновская к ул. Батюнинская;
- «Москворечье» – вблизи примыкания Каширского шоссе к территории музея-заповедника «Коломенское»;
- «Кавказский бульвар» – вдоль Кавказского бульвара вблизи примыкания к ул. Ереванская;
- «Каспийская» – между ул. 6-я Радиальная и Проектируемым проездом № 5437;

- «Липецкая» – вдоль ул. Липецкая вблизи примыкания к ул. Педагогическая;
- «Лебедянская» – вдоль ул. Липецкая вблизи примыкания к ул. Лебедянская;
- «Бирюлево» – вдоль ул. Булатниковская вблизи ее примыкания к Булатниковскому проезду.

Завершить строительство Бирюлевской линии метро планируется в 2028 г. Для работы линии построят электродепо Бирюлевское. Для него выбрали место в промзоне Бирюлево Западное.

Три пересадки на БКЛ

Откроются три новые пересадки на Большой кольцевой линии (БКЛ) метро, – сообщил мэр Москвы Сергей Собянин. По его словам, они сделают новое метрокольцо еще доступнее. «Одна из них – с «Электроводской» Арбатско-Покровской линии. Объект почти готов. Он станет частью одного из крупнейших пересадочных узлов в столице, объединяющих две линии метро, платформу МЦД-3 и наземные маршруты», – написал Сергей Собянин в своем телеграм-канале. Он отметил, что также завершаются работы на пересадочном узле, соединяющем станцию БКЛ «Авиамоторная» с одноименной станцией Калининской линии. Мэр добавил, что еще один мостовой переход длиной 140 м пройдет над железнодорожными путями и соединит вестибюли станций «Текстильщики» БКЛ и Таганско-Краснопресненской ветки. Глава города уточнил, что строители уже приступили к установке эскалаторного оборудования.

Напомним, строительство Большой кольцевой линии – главный проект столичного метростроения. Ее длина составляет 70 км, здесь расположена 31 станция. Последние три участка запустили с пассажирами 1 марта 2023 г.



Строительство станции «ЗИЛ» Троицкой линии метро



По материалам издания «Приоритетные проекты России: метро и тоннелестроение 2024–2025 гг.» (автор текста Н. В. Алхимова, ООО «Гидротехника XXI век», при участии С. В. Мазеева, ТАР)





5 декабря 2024 г. председателю правления Тоннельной ассоциации России, генеральному директору Группы компаний «Моспроект-3» Константину Николаевичу Матвееву исполнилось 65 лет.

Константин Николаевич после окончания физического факультета Казанского государственного университета и Всесоюзного заочного политехнического института начал свою трудовую карьеру в ООО «Атомэнергострой» на строительстве Татарской атомной станции, пройдя путь от мастера до заместителя начальника управления по промышленному строительству.

В дальнейшем работал заместителем генерального директора по промышленности в ОАО УК «Камглавстрой» и директором ООО «Нефтегазинжиниринг», где под его непосредственным управлением реализованы два крупных инвестиционных проекта: построены и введены в эксплуатацию Нижнекамский шинный завод и Нижнекамский нефтеперерабатывающий завод «Танеко». За плодотворную деятельность в Республике Татарстан Константину Николаевичу было присвоено звание заслуженного строителя Республики Татарстан.

С 2011 г. К. Н. Матвеев перешел на работу в АО «Мосинжпроект», с 2013 г. – стал генеральным директором компании, реорганизовав один из старейших проектных институтов в крупнейший инжиниринговый холдинг полного цикла – единого оператора строительства объектов Московского метрополитена и крупных инфраструктурных объектов городского заказа.

АО «Мосинжпроект» под руководством в том числе К. Н. Матвеева по поручению мэра Москвы С. С. Собянина успешно реализовывало программу развития Московского метрополитена: за десять лет с 2011 г. построено 200 км линий и более 100 станций метро. Самым значимым стал проект Большой кольцевой линии – Константин Николаевич с истоков занимался проектированием новой линии и строительством БКЛ. Сейчас Большая кольцевая линия Московского метрополитена (70 км, 31 станция, 3 электродепо) – самая большая кольцевая линия метро в мире.

Благодаря созданной Константином Николаевичем команде профессионалов, градостроительный холдинг вошел в число наиболее динамично развивающихся компаний страны, неоднократно получая высокий уровень качества управления по оценке различных российских и мировых рейтинговых агентств.

В 2021 г. К. Н. Матвеев назначен заместителем генерального директора Госкорпорации «Роскосмос» по капитальному строительству. Одним из приоритетных направлений его работы стало возведение космодрома Восточный. Строительство было закончено в директивный срок, и произведен успешный пуск ракеты «Ангара».

11 июля 2024 г. Константин Николаевич Матвеев назначен генеральным директором Группы компаний «Моспроект-3», которая по поручению Президента Российской Федерации В. В. Путина занимается реализацией крупных инфраструктурных проектов по строительству продления Автозаводской и Сормовско-Мещерской линий метро в Нижнем Новгороде, а также проектированием и строительством линий скоростного рельсового транспорта (метротрамвая) в городах Красноярске и Челябинске по федеральной программе Правительства Российской Федерации «Инфраструктурное меню». Константин Николаевич Матвеев с 2017 г. является председателем правления Тоннельной ассоциации России (ТАР).

За достигнутые успехи в трудовой деятельности, добросовестное выполнение своих обязанностей, большой личный вклад в развитие строительной отрасли Константин Николаевич Матвеев награжден медалью «За доблестный труд».

Дорогой Константин Николаевич!

Тоннельная ассоциация России благодарит Вас за то внимание, которое Вы уделяете, как наш руководитель, нашей работе и успешному достижению всех поставленных перед нами целей и задач! Сердечно поздравляем Вас с юбилейной датой в Вашей жизни и желаем Вам крепкого здоровья и, конечно же, больших успехов в нашем общем деле, направленном на повышение эффективности труда строителей подземных сооружений!

МЕТРО НИЖНЕГО НОВГОРОДА В КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧНОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

За 2023 г. услугами Нижегородского метрополитена воспользовались более 32 млн человек. Пассажиропоток подземки постоянно растет: в 2024 г. прогнозируется прирост еще на 7,5 %. По стране Нижегородский метрополитен занимает уверенное третье место.

Продление Автозаводской линии от станции «Горьковская» до станции «Сенная» Нижегородского метрополитена



В 2025 г. метрополитену Приволжской столицы исполнится 40 лет. В период «зрелости» подземка будет расти намного быстрее: в нагорной части города в 2026 г. появятся сразу две новые станции – на площади Свободы и на Сенной. А в конце 2026 г. планируют открыть еще и станцию «Сормовская». Она станет 18-й в составе Нижегородского метро. По числу станций, протяженности линий и числу сотрудников Нижегородское метро занимает третье место в стране: 15 станций, 1 электродепо, парк из 130 вагонов, почти 22 км линий (в двухпутном исчислении), более 2 тыс. сотрудников.

В настоящее время с использованием инфраструктурных бюджетных кредитов будут построены три новые станции и 6,3 км линий метрополитена. Благодаря концепции отказа от личного транспорта в пользу общественного прогнозный пассажиропоток от строительства трех новых станций и вовлечения новых территорий вырастет в 2,5 раза.

«Сенная» и «Площадь Свободы»

В Нижнем Новгороде активно ведется строительство двух станций метро в нагорной части города, которые станут продолжением Автозаводской линии – «Сенная» и «Площадь Свободы». Сейчас работы идут на площади Сенной, где с конца января тоннель в сторону площади Свободы прокладывает щит «Владимир».

В дальнейшем планируется запустить еще два тоннелепроходческих щита.

Одновременно метростроители готовят к строительству метро на площади Свободы: до конца июня текущего года они планируют вынести все инженерные сети. Также в III квартале планируется открыть объездную дорогу стройплощадки, которая пройдет от ул. Ванева до ул. Варварской.

Объекты метрополитена в столице Приволжья строят специалисты АО «Моспроект-3». Согласно плану, прокладка тоннелей новых станций метро «Площадь Свободы» и «Сенная» завершится в 2025 г. Параллельно будут вестись коммуникации внутри тоннелей и возводятся станционные комплексы. Протяженность путей Автозаводской линии, к которой будут относиться две новые станции, вырастет более чем на 3 км.

Эта же компания будет продлевать Сормовско-Мещерскую линию в нижней части города. Новая станция, «Сормовская», строительство которой оценивается в 19,4 млрд р., должна открыться в 2026 г. Сейчас специалисты готовят площадку, где пройдет тоннель.

Транспортно-пересадочные узлы

Станции метрополитена «Сенная» и «Площадь Свободы» станут основой двух транспортных хабов, которые создаются в центре Сормова и на площади Сенной. Продление метро до станции «Сенная» позволит сформировать крупный транспортно-пересадочный узел (ТПУ) в нагорной части города: метрополитен, канатная дорога на Бор, линия трамвая и выход на две крупные городские магистрали (улицы Родионова и Белинского). Благодаря продлению подземки до Сенной можно будет быстро и с комфортом добраться от Автозавода до Бора, пересев на канатку, при любой погоде и без длительного ожидания автобуса.

ТПУ позволяет совершать пересадки по принципу «сухие ноги». Например, в Сормове услугами подземки, не выходя на улицу, смогут воспользоваться пассажиры пригородных электричек. «Сормовская» расположится возле железнодорожной станции, а значит, до метро можно будет легко добраться на электричке. Это плюс не только для сормовичей, но и для жителей Заволжья, Балахны, которые ездят в Нижний Новгород на работу – это почти 9 тыс. человек ежедневно. Также появятся новые маршруты и конечная остановка автобусов в 450 м от ул. Коминтерна. Останется и трамвайное движение, которое будет развиваться после модернизации путей и подвижного состава.

Одобрено Президентом России

Продление сразу двух веток метро стало возможным благодаря привлечению льготных инфраструктурных бюджетных кредитов (ИБК) под 3 % годовых. О создании этого нового эффективного инструмента в апреле 2021 г.



в ходе послания Федеральному Собранию Российской Федерации рассказал Президент России Владимир Путин: «Масштаб проектов может быть разным, главное – чтобы они служили людям и открывали новые возможности. Нижний Новгород, например, получит возможность продолжить работу над развитием метро, приступить к обновлению центра города... И, конечно же, строительство новых объектов должно идти на качественно новом уровне».

ИБК предоставляются под полным контролем Федерального казначейства и только под конкретные проекты, которые прошли детальную экспертизу на государственном уровне и формируют долгосрочные социально-эко-

заключенному контракту на проектирование и строительно-монтажные работы станций «Площадь Свободы» и «Сенная» до конца 2025 г. было заложено 35,5 млрд р. (100 % за счет ИБК). В 2021–2023 гг. объем финансирования строительства двух новых станций метро составил 19,2 млрд р.

Заместитель губернатора Нижегородской области Сергей Морозов подчеркнул, что строительство станции метро «Сенная» помимо создания крупного транспортного узла даст мощный импульс развитию всей этой территории с формированием фактически еще одного общественно-делового центра, включающего правительственный квартал.



номические эффекты.

Нижегородская область первой получила деньги в рамках механизма поддержки капиталоемких инфраструктурных проектов. На сегодняшний день регион является абсолютным лидером по объему одобренных ИБК – 107,2 млрд р. Из них в 2021–2023 гг. область получила 33,4 млрд р., на 2024 г. региону одобрено выделение еще 12,2 млрд р.

Две площади – две станции

На сегодняшний день в XXI веке в Нижнем Новгороде открыли три новые станции: «Буревестник» (2002), «Горьковская» (2012) и «Стрелка» (2018). Последнюю построили к Чемпионату мира по футболу FIFA-2018, несколько матчей которого проходили в столице Приволжья. Благодаря пуску станции болельщики могли быстро и с комфортом добираться до нового футбольного стадиона. Кроме того, «Стрелка» улучшила транспортную доступность крупного нижегородского микрорайона – Мещерское Озеро. Рядом со стадионом сейчас строится ледовая арена на 12 тыс. зрителей. Здесь же расположен кафедральный собор во имя святого благоверного князя Александра Невского, а вокруг культурных пространств в Пакгаузах формируется новый культурный центр региона.

Возобновление работ по продлению метро в Нижнем Новгороде стало первым проектом, реализация которого началась в России в рамках инфраструктурного меню. Согласно

Перспективное развитие

Станция «Буревестник» более двух десятилетий остается конечной станцией Нижегородского метрополитена. Жители района Сормово, расположенного дальше от центра города, вынуждены пересаживаться здесь на автобусы или трамваи.

Новая станция «Сормовская» в составе Сормовско-Мещерской линии метрополитена будет находиться около ул. Станционной – всего в 5 минут ходьбы от ул. Коминтерна. Такое расположение имеет ряд решающих преимуществ. Не придется на три года перекрывать главную магистраль района – ул. Коминтерна, что повергло бы Сормово в пучину транспортного коллапса. Полностью сохранится трамвайное движение. Увеличится скорость работ, поскольку не нужно переносить большой объем коммуникаций.

Как отмечает губернатор Глеб Никитин, станция метро в центре Сормова, расположенная в непосредственной близости от остановки электричек, позволит многим сормовичам, в том числе из 6-го и 7-го микрорайонов, сделать выбор в пользу внеуличного транспорта. При выборе места расположения станции эксперты учли перспективы комплексного развития всего этого направления, сохранение исторических зданий в центре Сормова и зеленой зоны вдоль ул. Коминтерна, которую пришлось бы значительно сократить при реализации альтернативного варианта. Один из главных плюсов – минимум транспортных неудобств

на этапе строительства.

Территория, на которой будет строиться станция метро, получит импульс к развитию, произойдет модернизация микрорайона, появятся новые жилые постройки, торговые зоны, рабочие места. За вариант размещения подземки на ул. Станционной проголосовало большинство экспертов и активных жителей района.

Сормовско-Мещерская линия

Варианты трассировки продления Сормовско-Мещерской линии детально прорабатывались экспертами Группы компаний «Моспроект-3» с учетом уже сложившейся и перспективной городской среды, геологических, градостроительных, инженерных и других особенностей местности. В тесном сотрудничестве с руководством региона компания разработала схему размещения станции «Сормовская» и продления линии метро, которая минимизирует неудобства для жителей, обеспечит транспортную доступность района на период работ и сократит сроки строительства.

Общая стоимость проектно-изыскательских и строительно-монтажных работ новой станции в заречной части города – 19,4 млрд р. На проектирование «Сормовской» выделено 865 млн р.

К настоящему моменту непосредственное строительство подземки еще не началось: не обошлось без судебных тяжб с собственниками недвижимости, которая попадает в зону работ. Предполагается, что запуск метро «Сормовская» состоится до конца 2026 года.

Неудобства временны – комфорт навсегда

Именно так звучит слоган, выбранный для строительства новых станций Нижегородского метрополитена. Губернатор Глеб Никитин не раз подчеркивал, что сооружение метрополитена – это самое сложное, что можно представить в рамках строительства в теле города: приходится вторгаться в целую сеть коммуникаций. При этом, разумеется, игра стоит свеч. Исторический центр города перегружен транспортом, и нет никакой возможности расширить здесь дороги. Метро – это выход из ту-



пики, поэтому есть смысл потерпеть стеснения.

Подземку строят как можно быстрее, минимизируя неудобства для жителей. Например, станцию решили разместить на площади Свободы, а не вблизи оперного театра, что позволит построить тоннель без изгибов и избежать перекрытия ул. Белинского. Станция на площади Свободы требует переноса меньшего объема коммуникаций, что экономит время и деньги. Поэтому самые активные строительные работы идут на площади Сенной. В конце января там запустили первый тоннелепроходческий щит, который должен за девять месяцев дойти до площади Свободы. Конструкция движется со средней скоростью 250 м в месяц. Щит впервые в отечественной истории строительства метро назвали мужским именем Владимир – в честь князя, крестителя Руси.

Такого масштаба строительства новых станций метро в Нижнем Новгороде не было порядка трех десятилетий – это ключевой проект комплексной транспортной реформы на территории нижегородской агломерации.

Продление Автозаводской ветки до ул. Сенной обеспечит комфортное перемещение из заречной части в нагорную, замкнет формирование транспортного каркаса исторического центра и создаст условия для повышения приоритета общественного транспорта над личным. Будет достигнут синергетический эффект по росту пассажиропотока, в том числе за счет реализации проекта «Правительственный квартал» и комплексного развития территории.

В результате продления Сормовско-Мещерской линии транспортным обслуживанием будут обеспечены более 160 тыс. жителей. Востребованность подземки вырастет также за счет пересадки на станцию «Сормовская» с пригородных поездов. Оценочный пассажиропоток на новой станции составит 7,8 млн человек в год.

Развитие подземки является одной из важнейших частей нижегородской концепции развития экологичного электро транспорта. Последняя включает также создание электробусной сети, модернизацию трамвайной инфраструктуры, строительство новой канатной дороги, закупку электротакси и запуск городской электрички до г. Кстово. Развитие транспортно-пересадочных узлов в точках станций метро даст сильнейший стимул к развитию всей агломерации. Также развитие подземки станет основой для новой маршрутной сети, связывающей все виды транспорта, включая пригородные электрички и канатную дорогу, что позволит городу выйти на новый, намного более комфортный уровень транспортного обслуживания.

По материалам издания «Приоритетные проекты России: метро и тоннельное строительство 2024–2025 гг.» (автор текста Н. В. Алхимова, ООО «Гидротехника XXI век», при участии С. В. Мазина, ТАР)



1 декабря 2024 г. заслуженному строителю РФ, кавалеру медали ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени – заместителю генерального директора – главному инженеру АО «Моспроект-3» (ГК «Моспроект-3») Николаю Федоровичу Бабушкину исполнилось 70 лет.

Участие в метростроении Николай Федорович начал в 1978 г., совмещая учебу в МИИТе с работой проходчиком на пусковом участке Калужско-Рижской линии Московского метрополитена.

Закончив в 1980 г. учебу «с отличием», был принят инженером в Тоннельно-обследовательскую испытательную станцию Службы тоннельных сооружений, выполнявшую работы по программе Главного Управления метрополитенов МПС СССР, где за время работы принял участие в обследовании и паспортизации эксплуатируемых сооружений метрополитенов в Москве и Баку, а также строящихся в то время метрополитенов в Нижнем Новгороде и Минске.

В 1982 г. перешел на работу по эксплуатации тоннельных сооружений Московского метрополитена и до 2004 г. трудился в Службе тоннельных сооружений начиная с должности мастера околотка и до начальника Службы. За время работы организовывал не только содержание, ремонт тоннельных сооружений и модернизацию объектов метрополитена, но и принимал участие в приемке и организации эксплуатации новых линий метро, начиная с первого участка Серпуховской линии.

В 2005 г. возглавил Дирекцию строящегося метрополитена, а в 2013 г. стал главным инженером Московского метрополитена, где отвечал за организацию работ по реконструкции и модернизации действующих, а также строительству новых линий и объектов метро. В период строительства одного из первых в Москве подземных торговых комплексов на Манежной площади, сооружаемого в технической зоне трех линий Московского метрополитена, входил в состав научно-технического совета, организованного Департаментом строительства г. Москвы, по завершении чего Указом Президента Российской Федерации за активное участие в строительстве сложнейшего комплекса Н. Ф. Бабушкину присвоено звание «Заслуженный строитель РФ».

Николай Федорович принимал непосредственное участие в реализации проекта Большой кольцевой линии в Москве (70 км, 31 станция, 3 электродепо) – самой большой кольцевой линии метро в мире, которая была построена в рекордный срок, всего за 11 лет в 2023 г.

С 2010 г., в соответствии с поручением мэра Москвы С. С. Собянина об увеличении темпов строительства метрополитена, принимал участие в формировании программы развития метрополитена и организации ее реализации. В 2015 г. перешел на работу в АО «Мосинжпроект» – единый городской оператор программы развития Московского метро, где в должности главного инженера общества продолжил заниматься организацией проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию новых объектов Московского метрополитена.

В настоящее время Николай Федорович продолжает трудовую деятельность в должности заместителя генерального директора – главного инженера АО «Моспроект-3» (входит в Группу компаний «Моспроект-3»), реализующего в рамках социально-экономической инициативы Правительства России «Инфраструктурное меню» по поручению Президента Российской Федерации В. В. Путина инфраструктурные транспортные проекты строительства Автозаводской и Сормовско-Мещерской линий Нижегородского метрополитена, а также линий скоростного рельсового транспорта (метротрамвая) в городах Красноярске и Челябинске.

Отрадно, что свой почтенный юбилей Николай Федорович встречает полным сил и амбициозных планов, для реализации которых у него есть богатый опыт, знания, а главное – сплоченный коллектив соратников.

Уважаемый Николай Федорович!

Примите самые искренние и сердечные поздравления со знаменательным юбилеем – Вашим 70-летием! Пройденный Вами трудовой путь и Ваша плодотворная деятельность являются примером преданности и служения своему делу. Исполнительная дирекция Тоннельной ассоциации России желает Вам крепкого здоровья и дальнейших успехов в Вашей деятельности!

ИННОВАЦИОННАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ: ЭКСКЛЮЗИВНАЯ РОССИЙСКАЯ РАЗРАБОТКА

Сегодня в России одним из инновационных методов гидроизоляции считается эксклюзивная технология компании ООО «ПромЭнергоРесурс». Вышедшие на рынок в 2005 г. гидроизоляционные смеси ГСН-1 и ГСН-2 успешно прошли проверку временем и зарекомендовали себя в самых разных областях. Материалы, в частности, активно используются при ремонте и строительстве метрополитенов.

На вопросы об особенностях данного метода (деформационно-устойчивая негорючая гидроизоляция с длительным сроком эксплуатации) и достижениях в его применении для подземки отвечают эксперты: заместитель генерального директора АО «Московский метрострой» Сергей Камышов, начальник конструкторского отдела ООО «ПКБ Инжпроект» Марина Чернышова, а также директор по строительству ООО «ПромЭнергоРесурс» Константин Добровольский

Константин Добровольский, директор по строительству ООО «ПромЭнергоРесурс»:

– Технология ГСН была разработана еще в 2005 г. В чем заключаются ее основные особенности? Как организовано производство?

– Новый гидроизоляционный материал был создан департаментом НИОКР компании «ПромЭнергоРесурс». Технологию по его применению, в свою очередь, разработали специалисты Центрального научно-исследовательского института транспортного строительства. Несколько лет назад на базе ЦНИИС в НИЦ «Тоннели и метрополитены» были проведены испытания, подтвердившие уникальные свойства ГСН. Результаты показали, что слой материала толщиной всего 5 см выдерживает гидростатическое давление 100 м водяного столба, а стоимость строительства при этом получается в 1,3 раза меньше, чем при применении рулонной оклеечной гидроизоляции, за счет снижения в 2,6 раза трудозатрат. Данная технология позволяет строить без пазух в котлованах. При этом материал остается пластичным, нетоксичен и экологически чист, имеет высокую стойкость к неполярным жидкостям (нефти, маслам, бензину) и устойчив к суффозии, а также обладает высокой проникающей и тампонирующей способностью. Данная технология внесена в Изменение № 2 к СП 120.13330.2012 «СНиП 32-02-2003. Метрополитены».

Современное производство и складская площадка у нас расположены в г. Воскресенске Московской области. Наша система менеджмента качества всех производственных, технологических и бизнес-процессов сертифицирована по ГОСТу. Материалы ГСН выпускаются на современном высокотехнологичном оборудовании под жестким контролем качества собственной производственной лаборатории и аккредитованных

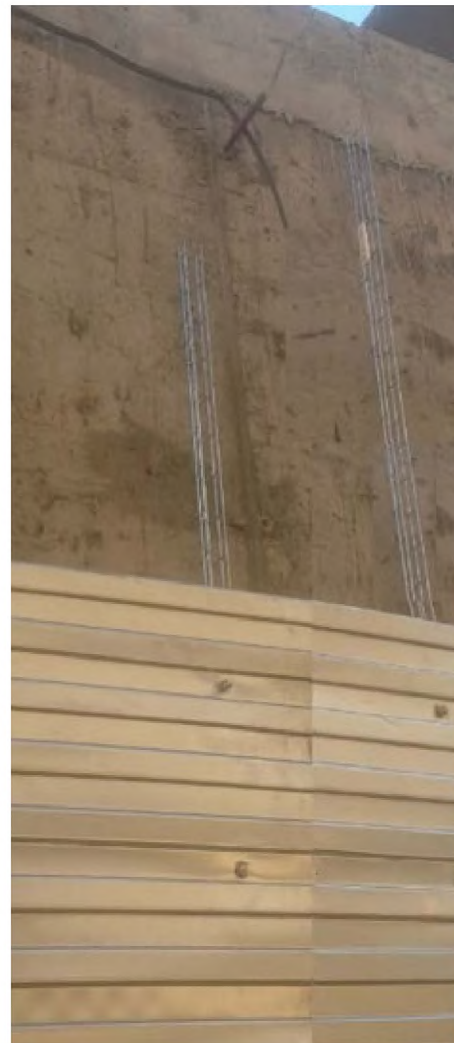
московских лабораторий, за счет чего обеспечивается стабильное качество и однородная структура.

– Для безопасного движения поездов метро особую угрозу представляют течи с выносом породы. Чаще всего такие протечки наблюдаются как раз в тоннелях последних очередей строительства. В чем для вас заключается специфика работ по ликвидации течей в метрополитене?

– Компания «ПромЭнергоРесурс», помимо производства гидроизоляционных материалов, оказывает услуги подряда при ремонте и строительстве гидроизоляционных систем в Московском метрополитене и имеет филиал для ремонта и строительства Петербургского метрополитена. Устранение протечек паркинга или спецобъектов, естественно, отличается от аналогичных работ в метрополитене. Хотя технологии ГСН успешно применяются в самых разных областях, но существует целый ряд особенностей, которые определяет именно метро. Во-первых, тоннель с учетом проходящего контактного рельса – это место повышенной опасности. Так что право на ошибку просто отсутствует. Во-вторых, штатные ремонтные работы проводятся только в ночное время, что требует от специалистов повышенной концентрации. И, в-третьих, важно не превышать установленное давление при закачке материала за обделку. Главное достоинство смесей ГСН при новом строительстве заключается в том, что они не только просты в применении, но и не требуют специальной подготовки поверхностей. Это особенно актуально для искусственных сооружений метрополитена, где всегда повышенная влажность. Также не нужно устранять шероховатости защищаемых поверхностей. Кроме того, материал является сейсмоустойчивым (до 11 баллов) к деформациям конструкции в окружающих породах и грунтах, и не образует трещин при статических и динамических нагрузках, возникающих при движении поездов. Срок эксплуатации нашей гидроизоляции составляет не менее 100 лет.

– Для ликвидации течей в метрополитене применяется гидроизоляционная сухая смесь «ГСН-2». Можно о ней подробнее?

– Технология предназначена для ликвидации течей именно в транспортном строительстве. Гидроизоляционная смесь «ГСН-2» одобрена на основе многолетнего опыта



применения в ГУП «Петербургский метрополитен», а в ГУП «Московский метрополитен» была включена в Программу развития службы путей и искусственных сооружений. Состав материала – это фракционные отобранные пески и полимер-минеральный наноккомпозит. Работает технология следующим образом. Частицы добавок при взаимодействии с водой набухают, увеличиваясь в объеме ровно в четыре раза. Следует отметить, что только в момент приготовления пасты, а не за обделкой. При циклическом размораживании и замораживании грунта материал сохраняет все свои свойства. Эта технология позволяет ликвидировать течи методом уплотнительного нагнетания пасты в заобделочное пространство. Материал отличается пластичностью, не стекленеет и со временем не превращается в цементный камень.

Сергей Камышов, заместитель генерального директора АО «Московский метрострой»:

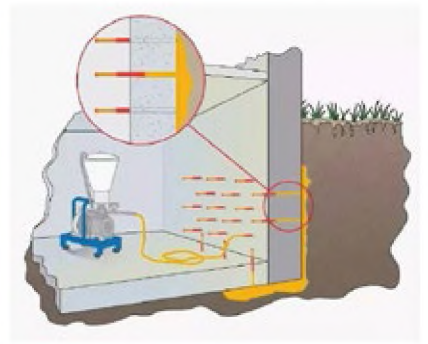
– Мы обсудили особенности «ГСН-2». А для чего используется гидроизоляционная сухая смесь «ГСН-1»?

– Стоит отметить, что простой, не требующий высокой квалификации рабочих, метод ведения работ позволяет наносить материал бригаде из четырех человек со скоростью до 1000 м² в смену, а саму технологию отличает низкая приведенная стоимость гидроизоляции на 1 м² защищаемого сооружения (ниже традиционного решения в 1,3 раза), а также низкие трудозатраты на монтаж (ниже в 2,6 раза).

Задача ГСН-1 – создавать противотранспортные и гидрозакрывающие сооружения от грунтовых и паводковых вод при строительстве. Состав гидроизоляционной сухой смеси – фракции отобранных песков и полимер-минеральный композит. При взаимодействии с водой частицы добавок незначительно набухают, что позволяет в дальнейшем избежать серьезных протечек. Кроме того, при циклическом размораживании и замораживании грунта паста из этого материала своих свойств не теряет, что особенно актуально в условиях нашего климата.

– Надо понимать, ГСН-1 уже активно используется при строительстве станций метрополитена?

– Совершенно верно. По опыту, наибольшее количество протечек наблюдается в притоннельных сооружениях, а также по границам открытого способа строительства с закрытым, где в последние два десятилетия активно используются высокотехнологичные мембраны и напыляемые системы, обладающие высокими водонепроницаемыми свойствами только при качественном монтаже. Технология ГСН позволяет в дальнейшем избежать трудоемких и дорогостоящих мероприятий по ликвидации течей. Проекты на строительство или реконструкцию



с данными материалами успешно проходят экспертизу и уже реализованы на станциях «Борисово», «Саларьево», «Беломорская», «Ховрино», «Ленинский проспект», «Филевский парк», «Румянцево», «Деловой центр». И по прошествии времени имеют только положительные отзывы.

Марина Чернышева, начальник конструкторского отдела ООО «ПКБ Инжпроект»:

– В метро как в особо опасном объекте существуют повышенные требования к сертификации материалов и технологий. Насколько успешно решения компании «ПромЭнергоРесурс» прошли соответствующие проверки?

– В результате исследований гидроизоляционные смеси были сертифицированы к применению в транспортном строительстве, в сейсмически опасных зонах, в атомном строительстве, отнесены к группе

трудногорючих материалов. Согласно ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения» температура воспламенения и самовоспламенения у них отсутствует при 600 °С. Так что пожаробезопасность гораздо выше, чем у старых материалов других производителей.

Нашим институтом проработаны практически все встречающиеся в транспортном строительстве узлы гидроизоляции под системы «ГСН-1» и «ГСН-2». Эти проекты реализованы, в частности, на Сокольнической линии Московского метрополитена.

Текст подготовил директор по строительству ООО «ПромЭнергоРесурс»

*К. В. Добровольский,
k.dobrovolsky@yandex.ru*



ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ГРУНТОВ ПЕРЕД ЩИТОМ С ГРУНТОПРИГРУЗОМ В ТОЛЩЕ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТОГО СОСТАВА

RESEARCH ON SOIL CONDITIONING TECHNOLOGY OF EARTH PRESSURE BALANCE SHIELD IN SANDY-CLAY COMPOSITE STRATUM

Вэнь Чжао, Северо-Восточный университет, Шэньян, КНР

Ван Чжиго, Северо-Восточный университет, Шэньян, КНР

Wen Zhao, Northeastern University, Shenyang, P. R. China

Wang Zhiguo, Northeastern University, Shenyang, P. R. China

Кондиционирование грунта является одним из основных методов обеспечения устойчивости проходческого забоя и эффективности выемки грунта при тоннельном строительстве грунтопригрузными щитами. Существующие и широко используемые кондиционеры грунта – это пена, бентонитовый раствор, полимеры и другие материалы. Отсутствуют исследования по технологии кондиционирования грунтов в толще песчано-глинистого состава. В данной работе для проведения экспериментальных исследований по реологии и сжимаемости кондиционированного грунта песчано-глинистого состава была использована тестовая установка собственной разработки. Предложены оптимальные пропорции кондиционирования и критерии оценки свойств песчано-глинистого грунта. Предложено самостоятельно разработанное экспериментальное устройство вертикальной деформации для проведения многоступенчатых испытаний на подвижность кондиционированного грунта, а также для анализа изменения коэффициента проницаемости кондиционированного грунта от действующего давления.

Soil conditioning is one of the essential methods to ensure the stability of the tunneling face and excavation efficiency in EPB construction. Existing commonly used soil conditioners include foam, bentonite slurry, polymers, and other materials. There is a lack of research on the soil conditioning technology in sandy-clay composite stratum. In this paper, an indoor self-developed test apparatus was employed to carry out experimental research on the rheology and compressibility of conditioned soil in sandy-clay composite stratum. The optimal conditioning proportions and the judgment criteria of sandy-clay composite stratum were proposed. The independently designed vertical penetration deformation experimental device was proposed to carry out multi-stage penetration test on conditioned soil, and to analyze the variation rule of permeability coefficient of the conditioned soil with the penetration pressure.

По состоянию на декабрь 2023 г. в 59 городах Китая реализовано в общей сложности 338 линий городского железнодорожного транспорта с общей протяженностью 11 224,54 км, из которых общая протяженность линий метрополитена достигла 8 543,11 км, что составляет 76,11 % от общей протяженности линий железнодорожного транспорта [1]. В городском подземном строительстве щитовой метод широко используется при строительстве железнодорожных тоннелей, подземных коридоров, подземных трубопроводов и других объектов благодаря высокой эффективности строительства, высокой безопасности и высокой механизации [2].

С постепенным освоением подземного пространства проходка щитовых тоннелей с преодолением высокой абразивности, высокой водонасыщенности и других сложных условий грунтового массива постепенно увеличивалась, и кондиционирование грунта постепенно стало одним из важных средств обеспечения безопасности и эффективности щитового строительства [3, 4]. Когда щитовая конструкция с грунтопригрузом сталкивает-

ся с песчаным слоем грунта, песчано-глинистой толщей, глинистой толщей и другими пластами, из-за того, что сам вынимаемый грунт не может удовлетворить требованиям щитовой проходки, необходимо добавлять воду, пену, бентонитовый раствор и другие материалы на поверхность забоя, в грунтовую камеру и шнековый конвейер. Это гарантирует эффективность проходческих работ и безопасность строительства.

Пенообразователь, как один из наиболее часто применяемых добавок для кондиционирования грунтов перед щитом, состоит из смеси поверхностно-активных веществ, воды, стабилизаторов пены и других добавок [5–7]. Кондиционирующие свойства пенных реагентов для грунта включают смазку, непроницаемость и стабилизацию давления [8–10]. Бентонитовый шлам обычно используется для кондиционирования песчаной гальки, гравия, гравийного песка и других крупнозернистых пластов, что приводит к снижению проницаемости и улучшению пластичности потока выемки грунта [11, 12].

Ученые в стране и за рубежом проанализировали проницаемость, реологические, упру-

гие и другие свойства кондиционированного грунта с помощью испытаний в лаборатории, расчетов численного моделирования и теоретического анализа [13–16].

В данной работе испытания на сжатие и ротационный сдвиг под давлением проводились одновременно с использованием разработанного экспериментального устройства для определения реологических и компрессионных характеристик кондиционированного грунта. Получены оптимальные коэффициенты кондиционирования и нормативы кондиционирования грунтов песчано-глинистого состава.

Предложено самостоятельно разработанное экспериментальное устройство вертикальной деформации для проведения многоступенчатых испытаний на подвижность кондиционированного грунта, а также для анализа правила изменения его коэффициента от прикладываемого давления. Используется кластерный анализ в сочетании с алгоритмом XGBoost для предложения оценочных индексов и критериев классификации кондиционирования грунта, а также создается модель оценки для кондиционирования.

Постановка проблемы

Во время строительства щитом с грунтовым балансом давления исходные куски, образующиеся при выемке грунта, часто не могут удовлетворить требованиям безопасности конструкции щита и обеспечить достаточную поддержку поверхности забоя и плавную выдачу. При встрече с богатым водой и крупногабаритным песчано-галечным пластами, из-за неравномерного распределения размера частиц, рыхлого грунта и плохой устойчивости пласта, нелегко достичь баланса между давлением воды и грунта на поверхности забоя и давлением грунта в грунтовой камере щитовой машины. Нарушение такого баланса приводит к проблемам строительства – нестабильной поверхности забоя, засорению экскавационной грунтовой камеры, а также к выбросам из шнекового транспортера.

Строительство щитом с балансом давления грунта часто сталкивается одновременно с двумя и более видами пластов, среди которых наиболее распространены песчано-глинистые смешанные пласты с содержанием глины более 15 %.

Из-за влияния содержания глины на свойства и расхода кондиционера для пласта песчано-глинистого состава, слабо кондиционированный грунт чрезвычайно легко вызывает такие проблемы, как образование грязевой корки на режущих поверхностях, выбросы из шнекового конвейера и износ режцов, что вызывает нестабильность поверхности забоя.

Следовательно, необходимо провести системное исследование влияния содержания глины на варианты кондиционирования грунта и на свойства кондиционированного грунта. Существующие методы кондиционирования грунтов для песчаной толщи и песчано-глинистой смешанной толщи неэффективны, выбор существующего кондиционера неправильный, коэффициент кондиционирования и индекс определения степени кондиционирования неясны и т. д. Оперативное регулирование кондиционирования грунтов для различных геологических условий еще не сформировало алгоритма его проведения.

Метод решения проблемы

С целью точного измерения реологических и деформационных свойств кондиционированного грунта нами разработан закрытый экспериментальный аппарат для измерения свойств кондиционированных грунтов при различных вертикальных давлениях. Компоненты аппарата показаны на рис. 1. Аппарат состоит из системы регулирования скорости вращения, системы регулирования давления, камеры для испытательных образцов, лопасти с поперечным вращением и испытательной операционной системы. Диаметр камеры для образцов составляет 30 см, высота – 25 см, а высота образ-

ца грунта во время испытания – 20 см.

Максимальное вертикальное давление, задаваемое прибором, составляло 500 кПа. Для измерения давления грунта и порового давления кондиционируемого грунта на различных глубинах в камеру для испытуемых образцов в местах, показанных на рис. 2, были помещены в общей сложности пять датчиков давления грунта и три манометра порового давления. В этом исследовании, чтобы получить реологическую кривую кондиционированного грунта, был измерен крутящий момент со скоростью вращения γ 1 об/мин, 5 об/мин, 10 об/мин, 15 об/мин, 20 об/мин и 25 об/мин соответственно.

Для проведения испытания по характеристикам проницаемости кондиционированных грунтов песчано-глинистого состава с различным содержанием глины нами было спроектировано и разработано экспериментальное устройство вертикальной деформа-

ции при сжатии, как показано на рис. 3. Испытательная система включает в себя прибор вертикального сжатия, систему контроля давления поровой воды, систему сбора данных, систему нагнетания давления инфильтрации и систему сбора инфильтрационной воды.

Анализ полученных результатов

При одинаковых параметрах кондиционирования доля кондиционированного грунта с увеличением содержания глины немного уменьшается, а предел прочности на сдвиг заметно уменьшается. При постепенном увеличении содержания глины в составном слое некондиционированные частицы грунта хорошо классифицируются, и в то же время в кондиционированном грунте присутствуют пена (ее доля FIR) и бентонитовый шлам (его доля BIR), что эффективно снижает предел текучести кондиционированного грунта. Когда содержание глины P_c составляет 20 %, C_b (концентрация бентонита) и C_f (концен-

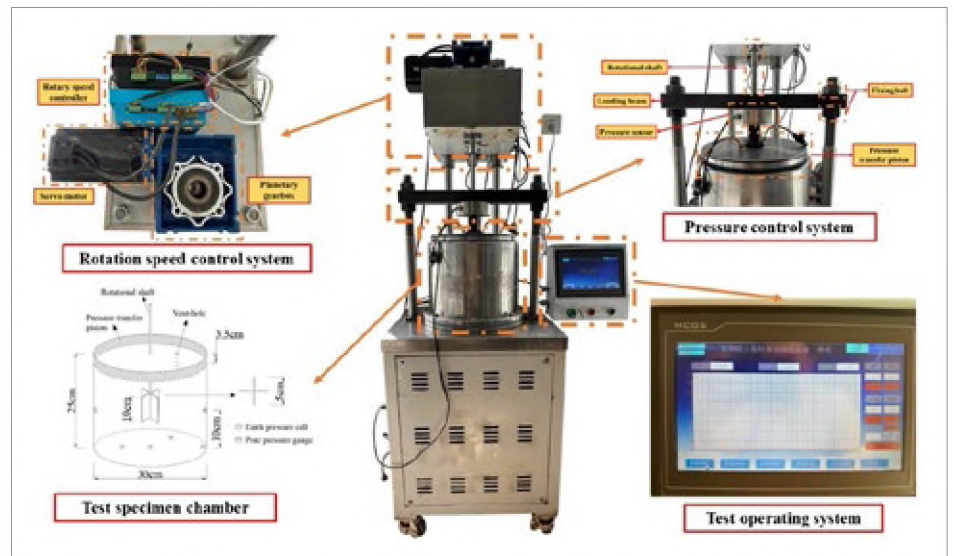


Рис. 1. Технические характеристики аппарата

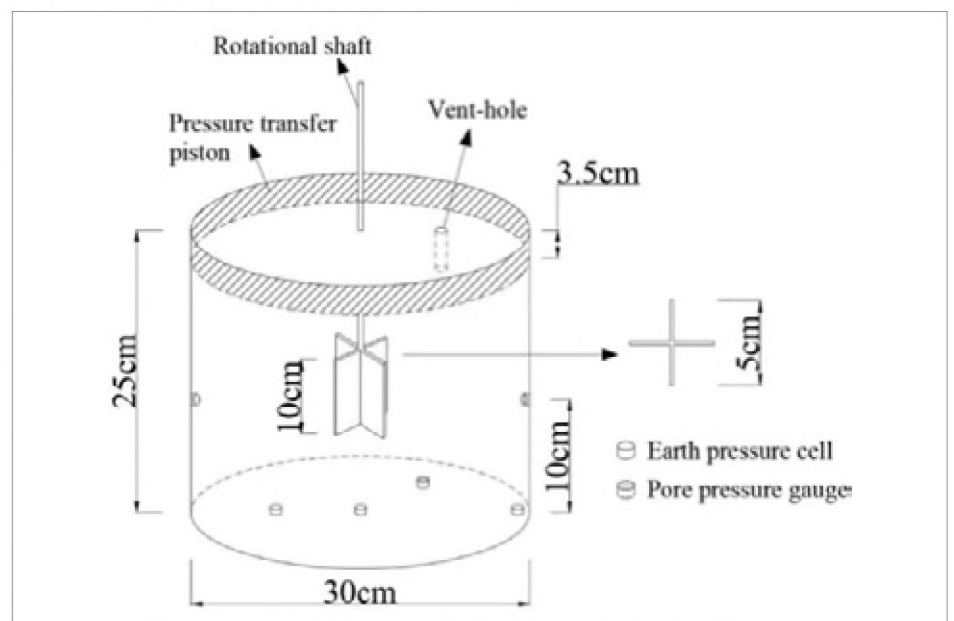


Рис. 2. Детализация камеры для испытываемых образцов

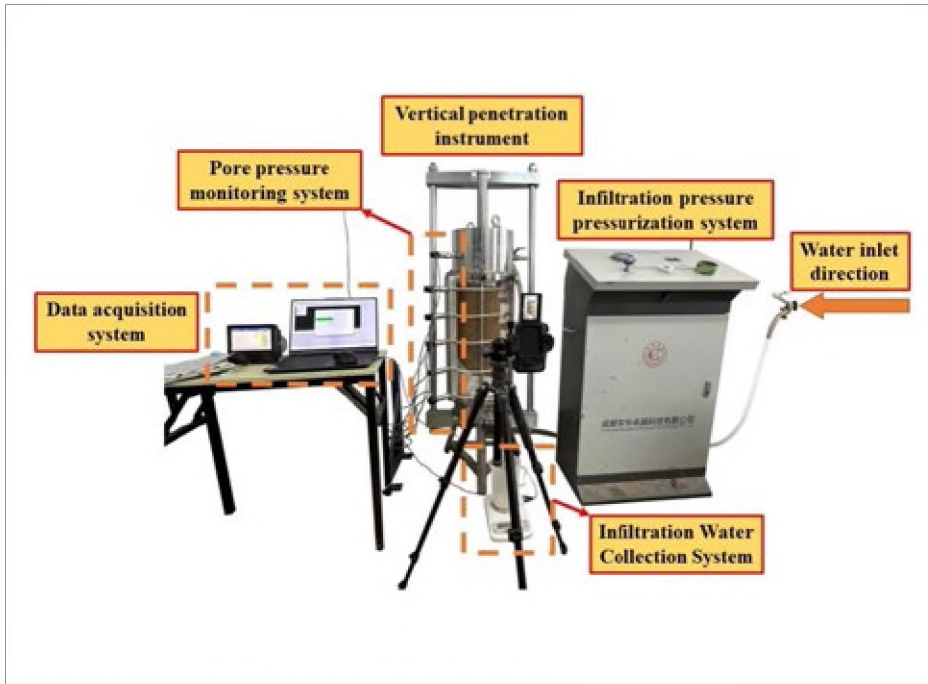


Рис. 3. Система для определения проницаемости

трация пены) могут эффективно снижать предел текучести кондиционированного грунта τ .

Когда содержание глины составляет 60 %, влияние C_f на прочность при сдвиге τ текучего кондиционированного грунта более очевидно, и прочность на сдвиг текучего кондиционированного грунта снижается примерно на 50 % при увеличении C_f с 3 до 5 %.

Для получения оптимальной кондиционной пропорции для песчано-глинистого состава грунта с различным содержанием глины были выбраны пропорции кондиционирования с осадкой конуса S от 150 до 200 мм, наименьшим коэффициентом консистенции K (кПа·с) и пределом текучести при сдвиге τ_f (кПа) соответственно (табл.).

Характер изменения коэффициента проницаемости от осмотического (инфильтрационного) давления P грунтовой смеси с содержанием глины 20 % показан на рис. 5. С увеличением осмотического давления происходило явление потери мелких частиц,

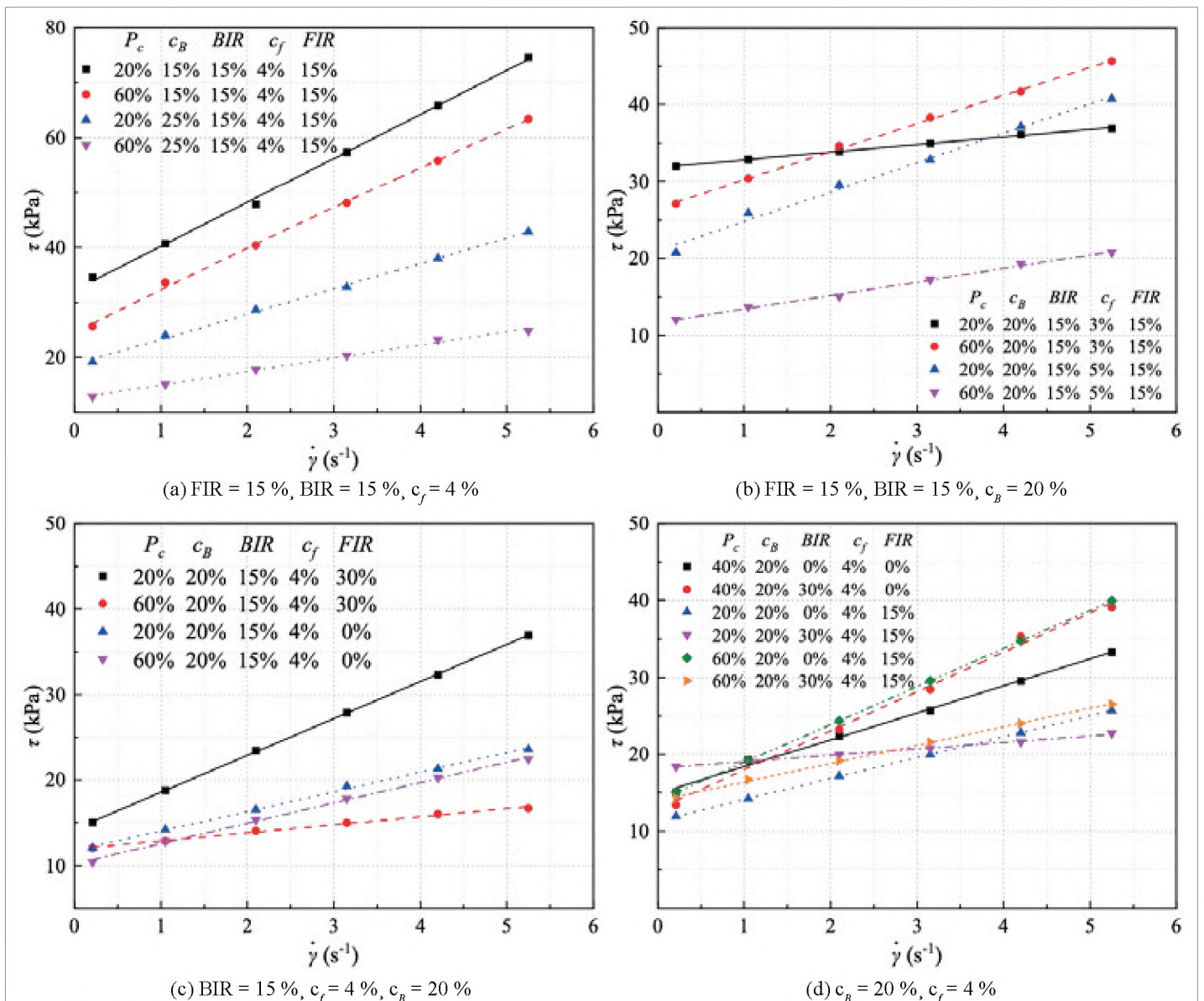


Рис. 4. Реологические кривые кондиционированных грунтов

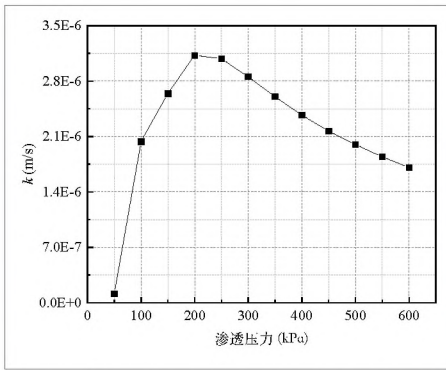


Рис. 5. Кривые коэффициента проницаемости кондиционированных грунтов K в песчано-глинистой композитной толще ($P_c = 20\%$) от осмотического давления P

Когда инфильтрационное давление достигает 200 кПа, потеря мелкодисперсных частиц и частиц бентонита приводила к увеличению пор кондиционируемого грунта, причем происходило явление компрессионного сжатия, а также с увеличением инфильтрационного давления уменьшался коэффициент проницаемости.

Заключение

- Проведены испытания на реологическую механику и сжимаемость кондиционированного грунта в песчано-глинистом образце. Когда вертикальное давление достигает 200 кПа, компрессия имеет тенденцию к стабилизации.
- Предложены критерии оценки кондиционированного грунта в песчано-глинистом композитном пласте: коэффициент консистенции менее 3 кПа·с, предел текучести при сдвиге менее 15 кПа, а также предложен оптимальный метод кондиционирования с различным содержанием глины.
- Непроницаемость кондиционированного грунта в песчано-глинистом составе лучше, чем у песчаного грунта. При ненасыщенном исходном состоянии кондиционированного грунта коэффициент проницаемости сначала уменьшается за счет сжатия, а затем увеличивается с потерей мелких частиц.

Ключевые слова

Щит с грунтопригрузом, кондиционирование грунтов, песчано-глинистый состав грунта, пенообразователь, бентонитовая суспензия.

Earth pressure balanced shield, soil conditioning, sandy-clay composite stratum, foam agent, bentonite slurry.

Список литературы

- Gong J, Wang W, Wang F, Yang C, Yuan Y. Statistic of China's Railway Tunnels by the End of 2023 and Overview of Tunnels of Key New Projects in 2023. Tunnel Construction. 2024, 44(2): 377.
- Guo W, Hu J, Liu J. The scheme design for the earth pressure balance shield cutterhead structure. Chinese Science Bulletin. 2014,

Таблица
Оптимальные пропорции кондиционированных грунтов песчано-глинистого состава

$P_c, \%$	$c_B, \%$	BIR, %	$c_p, \%$	FIR, %	K, кПа·с	τ_p , кПа	S, мм
20	23,82	3,97	3,74	0,00	2,00	12,73	158,38
	22,09	3,75	3,64	0,00	2,00	13,17	180,00
40	22,89	7,89	3,56	0,00	2,59	10,80	150,00
	21,47	11,08	3,58	0,00	2,81	11,26	180,00
60	22,38	21,51	4,08	30,00	2,00	13,11	185,17
	22,37	21,53	4,08	30,00	2,00	13,11	185,29

59(33): 4589–4599.

- Wang S, Liu P, Hu Q, Wang H, Huang S, Zhong J, Zhong Z, Yang J. State-of-the-art on Theories and Technologies of Soil Conditioning for Shield Tunneling. China Journal of Highway and Transportation. 2020, 33(05): 8-34. <https://doi.org/10.19721/j.cnki.1001-7372.2020.05.002>
- Qiao G. Development of New Foam Agent for EPB Shield Machine and foamed-soil modification, Chinese University of Mining & Technology-Beijing, 2009.
- Jiang H, Jiang YS, Huang ML, Nie X. Study on Soil Conditioning and Key Construction Parameters of EPB TBM Advancing in Sand-Pebble Layer of Beijing Metro. Applied Mechanics and Materials. 2011, 90-93: 2138-2142. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.90-93.2138>
- Li S, Wan Z, Shang J, Zhao S, Yang X, Li Y. Research progress of shield/TBM soil conditioning and tail sealing technology. Hazard Control in Tunnelling and Underground Engineering. 2019, 1(04): 33-48. <https://doi.org/CNKI.SUN.SDZH.0.2019-04-005>
- Sebastiani D, Vilardi G, Bavasso I, Di Palma L, Miliziano S. Classification of foam and foaming products for EPB mechanized tunnelling based on half-life time. Tunnelling and Underground Space Technology. 2019, 92: 103044 <https://doi.org/10.1016/j.tust.2019.103044>
- Quebaud S, Sibai M, Henry JP. Use of Chemical Foam for Improvements in Drilling by Earth-Pressure Balanced Shields in Granular Soils. Tunnelling and Underground Space Technology. 1998, 13(2): 173-180. [https://doi.org/10.1016/S0886-7798\(98\)00045-5](https://doi.org/10.1016/S0886-7798(98)00045-5)
- Moody G. The use of polyacrylamides in mineral processing. Miner and Engineering. 1992, 5(3-5): 479-492. [https://doi.org/10.1016/0892-6875\(92\)90227-Z](https://doi.org/10.1016/0892-6875(92)90227-Z)
- Zhao B, Liu D, Jiang B. Soil Conditioning of Waterless Sand-Pebble Stratum in EPB Tunnel Construction. Geotechnical and Geological Engineering. 2018, 36(4): 2495-2504. <https://doi.org/10.1007/s10706-018-0478-y>
- Jiang H. Feasibility Study on EPB TBM Applied in Typical Gravel Strata in Beijing Metro, Chinese University of Mining & Technology-Beijing, 2012.

- Wan Z, Li S, Zhao S, Wang P, Zhi B, Wang M. Soil conditioning tests and screw conveyor spewing prevention technology of earth balance pressure shield tunneling in water-rich sandy stratum. China Civil Engineering Journal. 2022, 55(03): 83-93. <https://doi.org/10.15951/j.tmgxb.2022.03.006>
- Budach C, Thewes M. Application ranges of EPB shields in coarse ground based on laboratory research. Tunnelling and Underground Space Technology. 2015, 50: 296-304. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2015.08.006>
- Wang S, Huang S, Zhong J, Zhang S, Hu Q, Qu T, et al. Permeability stability calculation model of foam conditioned soil based on the permeability constant. International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics. 2021, 45(4): 540-559. <https://doi.org/10.1002/nag.3166>
- Mori L, Mooney M, Cha M. Characterizing the influence of stress on foam conditioned sand for EPB tunneling. Tunnelling and Underground Space Technology. 2018, 71: 454-465. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2017.09.018>
- Huang S, Wang S, Xu C, Shi Y, Ye F. Effect of Grain Gradation on the Permeability Characteristics of Coarse-grained Soil Conditioned with Foam for EPB Shield Tunneling. KSCE Journal of Civil Engineering. 2019, 23(11): 4662-4674. <https://doi.org/10.1007/s12205-019-0717-7>
- Wen Zhao. Research on soil conditioning technology of earth pressure balance shield in sandy-clay composite stratum // The design, construction, and maintenance of transport infrastructure in severe climatic and geotechnical conditions: materials of the international scientific and practical conference. Moscow, October 24–26, 2024, Russian University of Transport. Ed. by T.V. Shepitko. – Moscow: Publishing and trading Corporation «Dashkov and Co.», 2024. – P. 302-307.

Перевод статьи [17] и комментарии выполнены С. В. Мазеиным, Тоннельная ассоциация России

Для связи с автором

Вэнь Чжао
zhaowen@mail.neu.edu.cn



ПОДВОДНЫЕ ТОННЕЛИ ПОД ПРОЛИВОМ БОСФОР В СТАМБУЛЕ (ТУРЦИЯ)

UNDERWATER TUNNELS UNDER THE BOSPORUS STRAIT IN ISTANBUL (TURKEY)

Л. В. Маковский, к. т. н., профессор МАДИ, кафедра мостов, тоннелей и строительных конструкций

В. В. Кравченко, к. т. н., доцент МАДИ, кафедра мостов, тоннелей и строительных конструкций

L. V. Makovsky, By Prof. PhD, Department of Bridges, tunnels and building constructions MADI

V. V. Kravchenko, PhD, Department of Bridges, tunnels and building constructions MADI University, Shenyang, P. R. China

Рассмотрены основные особенности проектирования и строительства трех крупных подводных транспортных тоннелей под проливом Босфор в Стамбуле (Турция). Обращено внимание на сложные условия, которые характеризуются интенсивным судоходством и высокой сейсмической активностью. Приведены характеристики двух эксплуатируемых тоннелей: железнодорожного Мармарай и двухъярусного автодорожного Евразия.

Строительство этих тоннелей на береговых участках вели щитовым способом, а на подводном участке способом опускных секций. Уделено внимание строящемуся в настоящее время первому в мире трехъярусному подводному тоннелю Большой Стамбульский. Проходку этого тоннеля на всем протяжении ведут щитовым способом. Для этого был сконструирован и изготовлен механизированный щитовой агрегат диаметром 19 м. Тоннельные пересечения пролива Босфор способствуют упорядочению движения железнодорожных составов, поездов метрополитена, а также легковых автомобилей и микроавтобусов, и оздоровлению экологической ситуации в Стамбуле.

The main features of the design and construction of three large underwater transport tunnels under the Bosphorus Strait in Istanbul (Turkey) are considered. Attention is drawn to difficult conditions, which are characterized by intense shipping and high seismic activity. The characteristics of two operating tunnels are given: the Marmaray railway tunnel and the Eurasia two-tier road tunnel.

The construction of these tunnels in the onshore sections was carried out using the shield method, and in the underwater section using the method of lowering sections. Attention was paid to the world's first three-tier underwater tunnel, the Big Istanbul, which is currently under construction. The excavation of this tunnel along its entire length is carried out using the shield method. For this purpose, a mechanized panel unit with a diameter of 19 m was designed and manufactured. Tunnel crossings of the Bosphorus Strait help streamline the movement of railways, subway trains, as well as cars and minibuses, and improve the environmental situation in Istanbul.

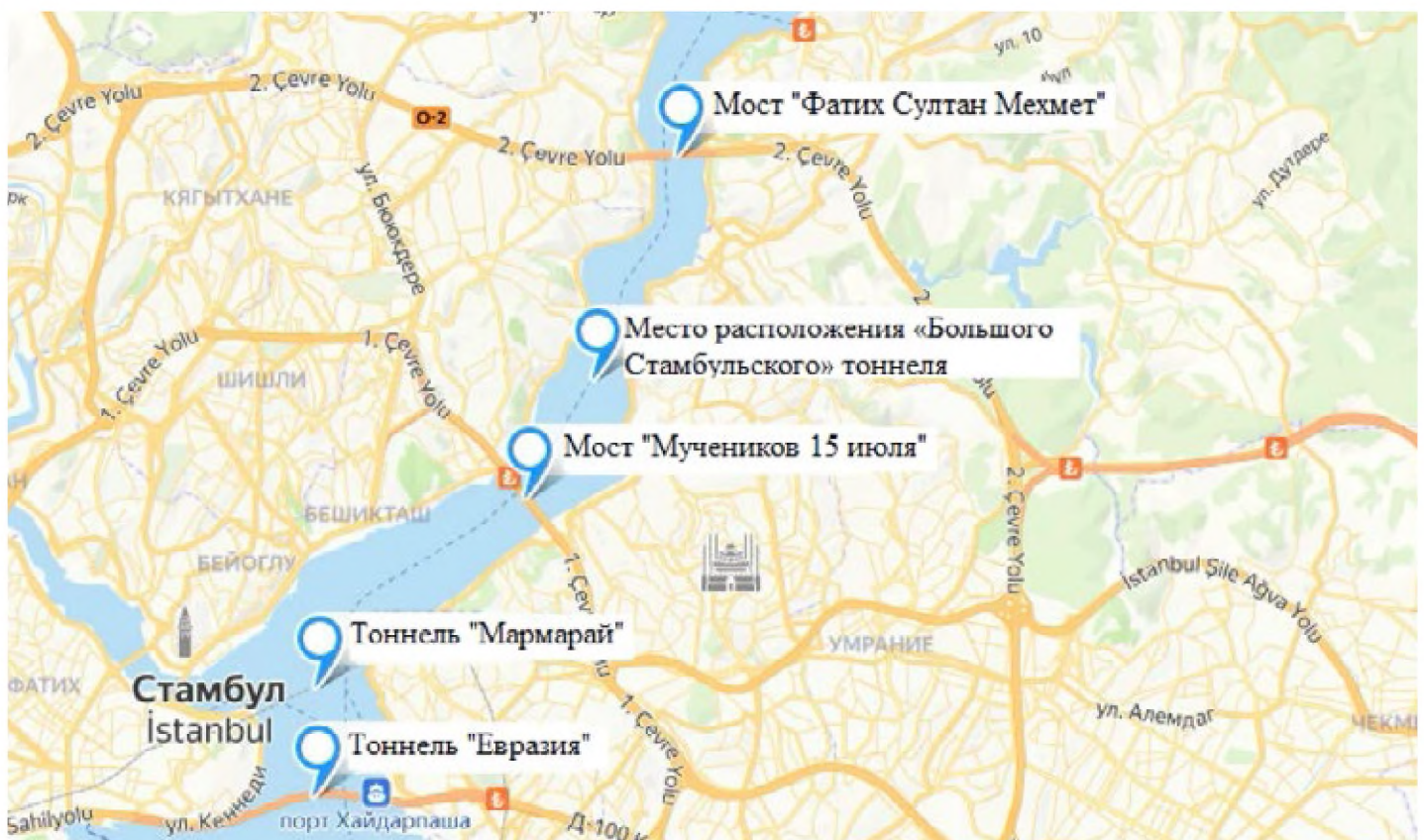


Рис. 1. Область карты вблизи г. Стамбул с отображением построенных и проектируемых транспортных сооружений

Для решения сложных транспортных проблем по трассе автомобильных и железных дорог, а также на территориях крупных городов и мегаполисов, разделенных реками, каналами, проливами и фиордами, для их преодоления наряду с мостовыми переходами сооружают подводные тоннели.

В настоящее время в мире насчитывается большое количество подводных транспортных тоннелей, крупнейшими из которых являются: под проливом Цугару в Японии (54 км), под проливом Ламанш между Англией и Францией (51 км), под проливом Эресун между Данией и Швецией (8,3 км) и др.

Разрабатываются проекты протяженных подводных тоннелей под Тайваньским проливом (154 км) и под Бохайским заливом Желтого моря (127 км) в Китае, под Гибралтарским проливом (38,7 км) между Испанией и Марокко [1].

Рассматриваются варианты строительства крупнейших транспортных тоннелей под Финским заливом между Эстонией и Финляндией, под Персидским заливом между Ираном и Катаром, под Татарским проливом для постоянной связи материка с островом Сахалин в России и ряда других [2, 3]. Представляет интерес опыт строительства и эксплуатации двух- и трехъярусного подводных тоннелей в Стамбуле под проливом Босфор, который разделяет город с населением около 14 млн человек на Европейскую и Азиатскую части.

Далее рассмотрены наиболее характерные особенности проектирования и строительства одно-, двух- и трехъярусного подводных тоннелей в Стамбуле.

Тоннели под проливом Босфор

В связи с непрерывным возрастанием интенсивности движения наземного транспорта в г. Стамбул для связи берегов пролива были построены три мостовых перехода, однако они не смогли полностью решить транспортную проблему (рис. 1).

В связи с этим было решено начать строительство подводных тоннелей, идеи о возведении которых выдвигались еще в XIX в., однако их реализации мешали различные обстоятельства: интенсивное судоходство в проливе, высокая сейсмическая активность (до 9 баллов по шкале Рихтера), а также отсутствие соответствующих техники и технологии тоннелестроения.

Вопрос о строительстве подводного тоннеля вновь был поднят в начале XX в. Было решено построить железнодорожный тоннель Мармарай длиной 13,6 км, состоящий из двух параллельных выработок для пропускания одностороннего движения поездов в каждом направлении (рис. 2). Одной из важнейших целей этого проекта было снижение загрязнения воздушного бассейна от выхлопных газов автомобилей, проезжающих по мостам. На подводном участке тоннеля, заложенном



Рис. 2. Железнодорожный тоннель Мармарай

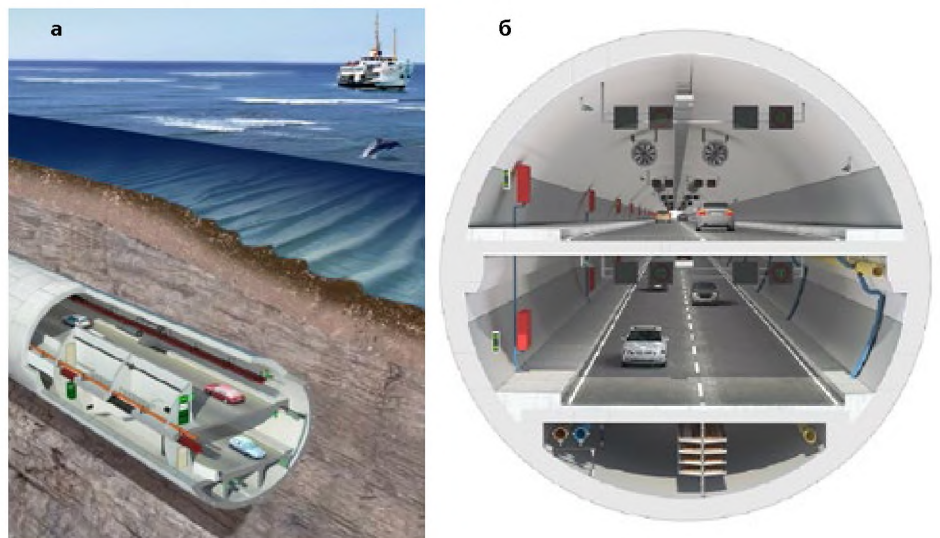


Рис. 3. Тоннель Евразия в продольном (а) и поперечном (б) сечениях



Рис. 4. Верхний ярус тоннеля Евразия для автомобильного движения из Европейской части Стамбула в Азиатскую

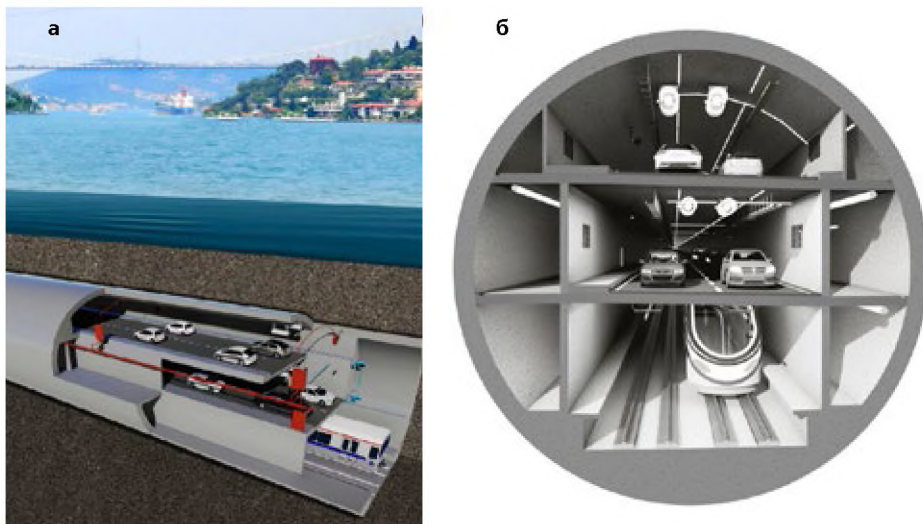


Рис. 5. Большой Стамбульский тоннель в продольном (а) и поперечном (б) сечениях

на глубине до 60 м ниже уровня воды в проливе, на длине 1387 м применили способ опускных секций. Все 11 секций изготавливали в сухом доке и опускали на дно пролива в заранее вскрытый котлован. Соседние секции соединяли между собой податливыми шарнирными связями, чтобы обеспечить необходимую деформативность конструкции тоннеля без разрушения во время подземных сейсмических толчков. Такое решение ранее было успешно реализовано при строительстве ряда подводных тоннелей в Японии в сейсмически активных районах. Проходку параллельных тоннелей на береговых участках вели щитовым способом с устройством поперечных сбоек между тоннелями. На этих участках возвели три подземные железнодорожные станции с пассажирскими платформами. Ввод тоннеля Мармарай в эксплуатацию состоялся в 2013 г. [4].

В 2014 г. под проливом Босфор на расстоянии около 1 км от тоннеля Мармарай начали строить двухъярусный подводный тоннель Евразия для пропуска автомобильного движения [4] (см. рис. 1). По верхнему ярусу предусматривалось движение из Европейской части Стамбула в Азиатскую, а по нижнему – в противоположном направлении (рис. 3). При высоте габарита 2,8 м по тоннелю возможен пропуск только легковых автомобилей и микроавтобусов.

Полная длина тоннеля составляет 14,6 км, из которых 5,4 км приходится на подводный участок на глубине до 106 м от поверхности воды в проливе. Здесь также, как и при строительстве тоннеля Мармарай, применили способ опускных секций. Каждая секция длиной 130 м соединяется с соседней при помощи шарниров. На береговых участках проходку тоннеля Евразия вели тоннелепроходческим механизированным комплексом, в состав которого входил миксоцилт Mixshield Slurry диаметром 13,7 м, оснащенный специальными дисковыми фрезами.

Тоннель строили пять лет и сдали в эксплуатацию в марте 2019 г. (рис. 4). Стоимость

строительства составила 1,3 млрд долларов.

В 2015 г. был разработан проект строительства первого в мире трехъярусного подводного тоннеля, получившего название Большой Стамбульский [4] (см. рис. 1). Полная длина тоннеля составит 28 км, длина подводной части – 6,5 км, максимальная глубина заложения ниже уровня воды в проливе – 110 м. По нижнему ярусу будет осуществляться двухпутное движение нескольких систем железнодорожного транспорта, включая линию скоростного метрополитена между тремя аэропортами города (рис. 5). По каждому из двух верхних ярусов предусмотрено автомобильное движение интенсивностью до 120 тыс. единиц в сутки. Ожидаемый пассажиропоток в тоннеле – до 6,5 млн человек.

В случае поломки автомобилей в тоннеле через каждые 500 м предусмотрены специальные стоянки. На береговых участках тоннеля вдоль трассы будут возведены 13 промежуточных станций. Специально для проходки тоннеля в Турции был сконструирован и изготовлен механизированный щитовой агрегат диаметром 19 м. Стоимость строительства тоннеля оценивается в 3,5 млрд долларов [4]. Ожидается, что в связи с вводом тоннеля в эксплуатацию ежегодные выбросы вредных газов в атмосферу сократятся на 115 тыс. т.

Срок строительства тоннеля составит около пяти лет, завершение работ намечено в 2028 г.

Заключение

Опыт строительства крупных тоннелей под проливом Босфор в Стамбуле свидетельствует об эффективности использования прогрессивных технических решений в сложных топографических, инженерно-геологических, гидрологических и сейсмических условиях, при интенсивном судоходстве. Применение на береговых участках щитового способа, а на подводном – способа опускных секций позволило существенно сократить длину тоннельных переходов Мармарай и Евразия.

Для ограничения деформаций подводной части этих тоннелей в случае землетрясений между смежными секциями устраивали податливые соединения.

Наибольший интерес представляет строительство двухъярусного железнодорожного тоннеля Евразия и первого в мире трехъярусного подводного тоннеля Большой Стамбульский, в котором предусмотрено движение железнодорожных составов и поездов скоростного метрополитена, а также встречного автомобильного движения в двух ярусах. Для строительства этого уникального тоннеля в Турции был сконструирован и изготовлен нестандартный щитовой агрегат диаметром 19 м.

Положительный опыт эксплуатации подводных тоннелей Мармарай и Евразия явился основанием для проектирования Большого Стамбульского тоннеля под проливом Босфор. Наличие этих тоннелей значительно разгрузит транспортную сеть на берегах пролива и существенно сократит объем выделений автомобилей.

Ключевые слова

Подводный тоннель, щитовой способ, способ опускных секций, пролив Босфор.

Underwater tunnel, shield method, method of lowering sections, Bosphorus Strait.

Список литературы

1. Маковский Л. В. Проектируемые и строящиеся подводные транспортные тоннели / Маковский Л. В., Кравченко В. В. // Подземные горизонты, № 29. – М., 2022, с. 22–25.
2. Маковский Л. В., Кравченко В. В. Подземные транспортные тоннели из опускных секций. – М.: КНОРУС, 2017. – 160 с.
3. Маковский Л. В. Тоннель на остров Сахалин / Маковский Л. В., Кравченко В. В. // Метро и тоннели, № 2. – М., 2020, с. 54–56.
4. Интернет-ресурсы:
URL: Режим доступа <https://knl-1983.livejournal.com/44954.html>, свободный. – (Дата обращения 10.02.2024).
URL: Режим доступа <https://www.pokatashkin.com/bon-voyage/travel-notes/37489>, свободный. – (Дата обращения 10.02.2024).
URL: Режим доступа <https://www.infoniac.ru/news/Aziya-i-Evropa-teper-soedineny-podzemnym-tunnelem.html>, свободный. – (Дата обращения 10.02.2024).
URL: Режим доступа <https://vsedlyastroiki.ru/ru/novosti-kompaniy/bolee-milliona-ankerov-fischer-primeneno-na-stroitelstve-pervogo-avtomobilnogo-tonnelya-evraziya-pod-bosforom/>, свободный. – (Дата обращения 10.02.2024).

Для связи с авторами

Маковский Лев Вениаминович
tunnels@list.ru
Кравченко Виктор Валерьевич
609vvk@gmail.com

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЕЙ В КРЕПКИХ СУГЛИНКАХ С УЧЕТОМ ИХ ЗАМАЧИВАНИЯ НА УЧАСТКЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЛИНИИ ШКОТОВО – СМОЛЯНИНОВО

SCIENTIFIC AND TECHNICAL SUPPORT FOR THE CONSTRUCTION OF TUNNELS IN STRONG LOAM, TAKING INTO ACCOUNT THEIR SOAKING ON THE SECTION OF THE SHKOTOVO – SMOLYANINOVO RAILWAY LINE

В. А. Гурский, к. т. н., К. А. Рябов, Д. В. Мищенко, ООО НИЦ «Бамтоннель»

Д. С. Степанов, ДКРС - Хабаровск

А. Б. Кузьмин, ООО «ММС-Интернешнл»

V. A. Gurskiy, candidate of technical sciences, K. A. Ruabov, D. V. Mischenko, LLC NRC «Bamtonnel»

D. S. Stepanov, DKRS – Khabarovsk

A. B. Kuzmin, MMS-International LLC y, Shenyang, P. R. China

На участке Шкотово – Смоляниново Дальневосточной железной дороги ведется строительство двух параллельно расположенных однопутных тоннелей. Инженерно-геологические условия массива грунта обуславливают проходку тоннелей по частям, что, согласно проекту, обеспечивает устойчивость временных крепей на всех этапах раскрытия выработок. Однако в процессе проходки на отдельных участках зафиксированы значительные деформации временной крепи. В рамках научно-технического сопровождения строительства тоннелей выполнен расчетно-теоретический анализ причин возникновения деформаций и разработаны предложения по их стабилизации.

On the Shkotovo – Smolyaninovo section of the Far Eastern Railway, two parallel single-track tunnels are being built. The engineering and geological conditions of the soil massif dictate that the tunnels will be driven in sections, which, according to the project, ensures the stability of the temporary supports at all stages of opening the workings. However, during the driving process, significant deformations of the temporary supports were recorded in certain sections. As part of the scientific and technical support for the construction of the tunnels, a theoretical analysis of the causes of deformations was carried out and proposals for their stabilization were developed.

Согласно ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований», п. 10.5 и СП 122.13330.2023 «Тоннели железнодорожные и автодорожные» для зданий и сооружений класса КС-3, имеющих повышенный уровень ответственности, должны предусматриваться научно-техническое сопровождение при проектировании, изготовлении и монтаже конструкций, а также их технический мониторинг при возведении и эксплуатации.

Строительство одновременно двух тоннелей на обходе железнодорожной линии Шкотово – Смоляниново ведется в песчанке тонкозернистом малопрочном до очень низкой прочности, суглинке от твердого до полутвердого и в щебенистом грунте. В дисперсных грунтах, представленных переслаиванием суглинка тяжелого, плотного, с суглинком и глиной с включениями прослоев и линз угля сильнотрещиноватого водонасыщенного.

Данные условия вызвали необходимость организации научно-технического сопровождения строительства тоннелей с обеспечением оперативной оценки геотехнических проблем, возникающих при проходке, возве-

дении временной крепи и постоянной отделки сооружений, а также принятия адекватных решений по недопущению аварийных ситуаций с сохранением проектных скоростей строительства.

Согласно геотехническому прогнозу, взаимное влияние строительства двух рядом расположенных тоннелей не ожидалось критическим.

Расчетами определено минимальное расстояние между тоннелями – 26 м, обеспечивающее безопасность при их строительстве и эксплуатации. При таком расстоянии строительство второго тоннеля на первый оказывает минимальное влияние, в том числе при учёте возможных аварийных ситуаций.

Расчеты несущей способности временной и постоянной крепи при различных сочетаниях нагрузок позволили обосновать конструктивные и технологические решения, соответствующие горно-геологическим и гидрогеологическим условиям по трассе заложения тоннелей.

С началом строительства тоннелей на производственных участках и в выработках сооружений сотрудники ООО Научно-исследовательский центр «Бамтон-

нель» осуществляют горно-экологический мониторинг в соответствии с утвержденной Программой работ, где среди главных задач горно-экологического мониторинга предусматриваются:

- регулярные визуальные обследования состояния выработок с оценкой их устойчивости, анализ и оценку соответствия проекту технологии возведения временной и постоянной крепи;
- оценка состояния окружающей среды при ведении горных работ и эффективности осуществляемых мероприятий по её охране;
- оценка напряженно-деформированного состояния временной и постоянной отделки тоннелей и вмещающего грунтового массива;
- оценка технического состояния временной крепи и постоянной отделки строящихся тоннелей;
- учёт сбросов сточных вод в водные объекты (количественный и качественный);
- прогноз состояния окружающей среды;
- разработка рекомендаций по снижению вредного влияния горных работ на окружающую среду и подземные сооружения.

Решение производственных вопросов, возникающих при отклонениях условий за-

ложения выработок от проектных в процессе проходки, осуществляется на основе анализа данных геотехнического мониторинга и оперативного прогноза напряженно-деформированного состояния несущих конструкций и вмещающего грунта на совещаниях ООО НИЦ «Бамтоннель», подрядчика и заказчика в рамках договора о научно-техническом сопровождении строительства тоннелей.

Актуальность и эффективность научно-технического сопровождения строительства тоннелей была доказана при проходке калотты и устройстве временной арочной крепи на западном участке тоннелей второго пути с ПК419+45 по ПК419+94 и первого пути с ПК419+88 по ПК420+24, где были зафиксированы значительные смещения арок при выполнении проходческих работ. Кон-

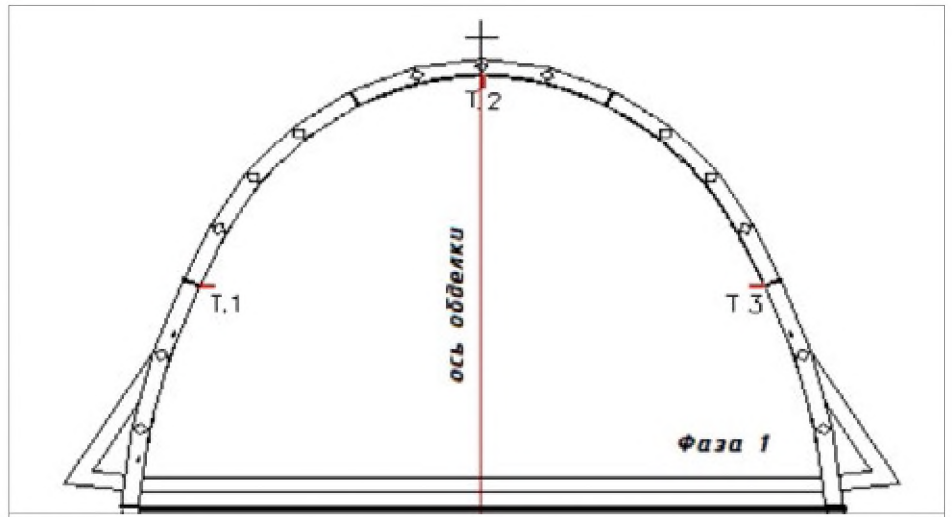


Рис. 1. Схема расположения деформационных марок на арке временного крепления

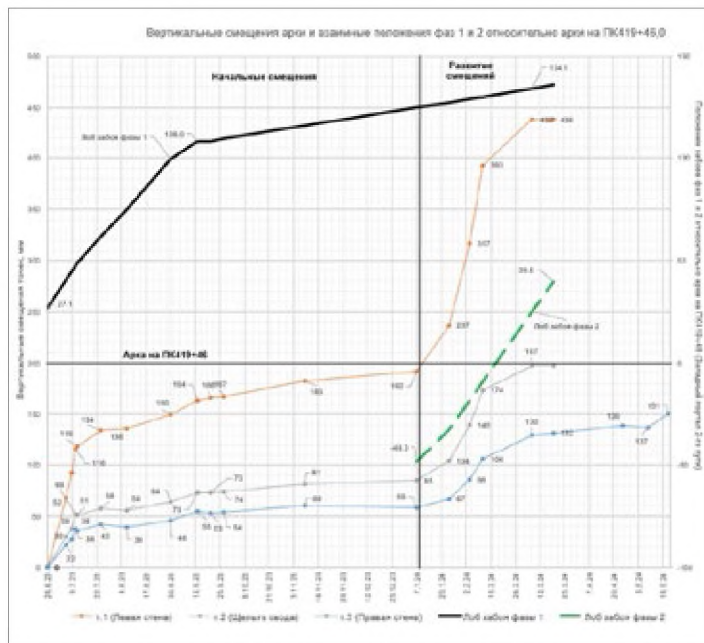


Рис. 2. Совмещенный график вертикальных смещений арки на ПК419+46,0 (западный порталный участок второго пути) относительно продвижения забоев фаз 1 и 2

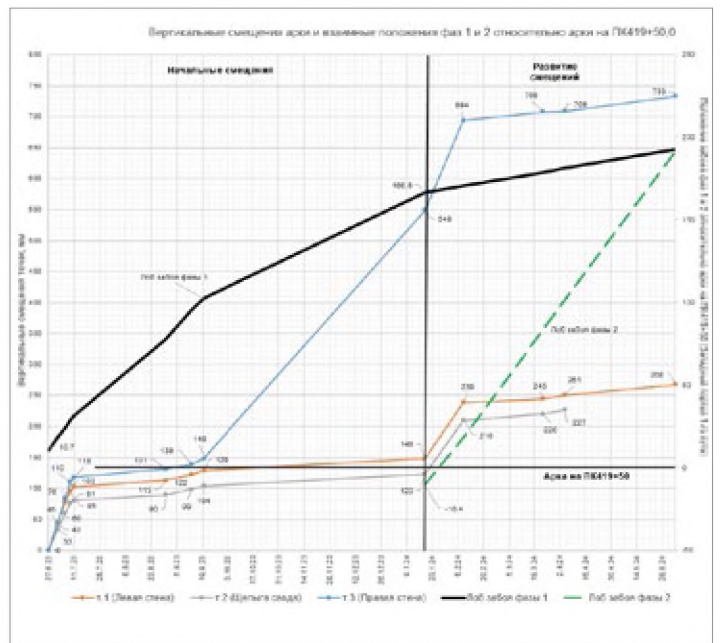


Рис. 3. Совмещенный график вертикальных смещений арки на ПК419+50,0 (западный порталный участок первого пути) относительно продвижения забоев фаз 1 и 2

троль смещения арок осуществлялся измерительными средствами строительной организации «ММС-Интернешнл» по контрольным маякам, расположенным на них в соответствии со схемой, приведенной на рис. 1.

Первоначально причиной деформаций арок предполагалось несоблюдение проектных значений дистанции между забоями фазы 1 и фазы 2 (калотты и уступа). Графики динамики деформирования арок, имеющих максимальные смещения контролируемых точек контура, в увязке с продвижением забоев фазы 1 и фазы 2 представлены на рис. 2 и 3.

На графиках видно, что нарастание деформации арок происходит по мере продвижения забоя калотты (фаза 1) с последующей тенденцией к стабилизации. Однако арка на ПК419+46,0 в левой стене выработки второго пути (см. рис. 2) деформировалась значительно больше по сравнению с правой стеной и шельгой. Далее перемещения в ле-

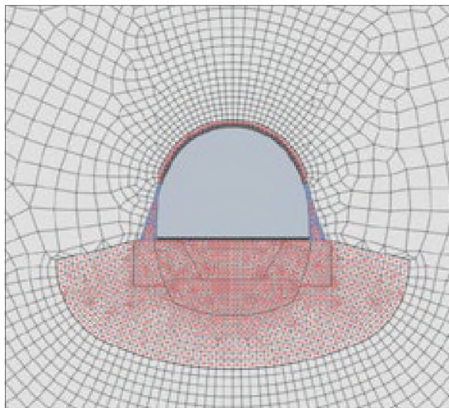
вой стене плавно нарастали. Следующий скачок деформаций по всем контролируемым точкам арки произошел при вскрытии забоя уступа (фаза 2) на расстоянии 48 м от арки. Фактически вмещающий грунт здесь увлажнен равномерно с водопритокком к левой стене.

Аналогичная картина деформации арки на ПК419+50,0 в выработке первого пути (см. рис. 3) только на этом участке значительный скачок перемещений контролируемых точек арки произошел в правой стене через 2,5 месяца наблюдений, а в шельге и левой стене они имели тенденцию к стабилизации. Новый скачок перемещений произошел во всех элементах арки после начала разработки уступа (фаза 2), но перемещения в правой стене вероятно за счет её активного обводнения достигли значительных величин, требующих экстренных мер по дополнительному креплению выработки и последующей

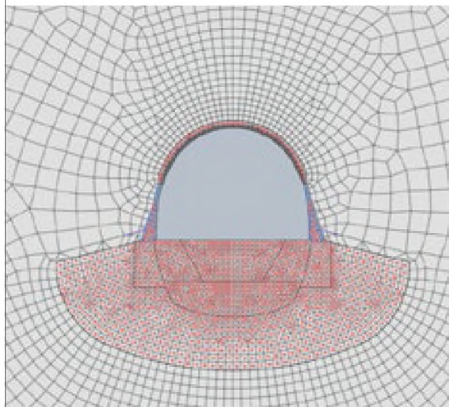
перепроходки аварийного участка.

Сравнение графиков на рис. 2 и 3 показывает, что дополнительный скачок деформаций временной крепи калотты в глинистых грунтах естественной влажности возможен при приближении забоя к контролируемому створу арок на расстояние до 10 м. В условиях активного замачивания сутлинков это расстояние может достигать 50 м.

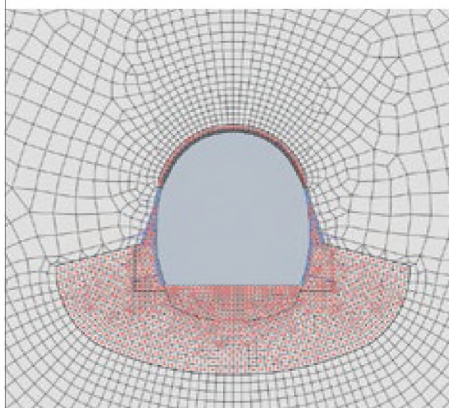
Выполненным геотехническим прогнозом по характеристикам вмещающих грунтов, определенным изысканиями, не установлено взаимного влияния проходки выработок на деформации временной крепи обоих тоннелей на указанных пикетах, а величины смещений временной крепи ожидалось допустимыми для проектируемой технологии проходки. Это дало основание полагать, что деформационно-прочностные характеристики грунта на рассматриваемом интервале изменились в процессе проходки, веро-



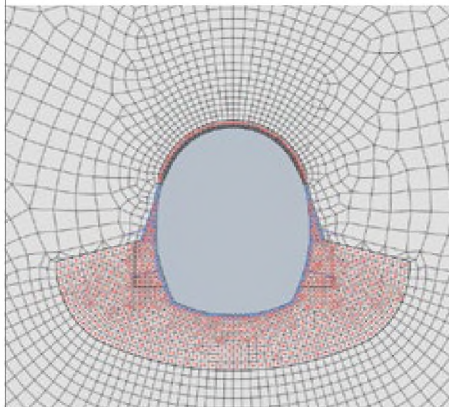
Этап 1 – проходка калотты; устройство распорной плиты



Этап 2 – установка анкеров; разборка распорной плиты



Этап 3 – разработка верхнего уступа



Этап 4 – разработка нижнего уступа с завершением устройства крепи

Рис. 4. Расчетные схемы по этапам раскрытия выработки (первый вариант расчета). Анкеры в ножках арок калотты условно не показаны. Красным цветом показана зона замачивания

ятно за счет его замачивания в целике между тоннелями, что обусловлено сложным строением вмещающего массива, представленного прослоями трещиноватых водонасыщенных углей, сланцев и заключенных между ними суглинков.

Для определения причин критических смещений временной крепи и разработки возможных вариантов её усиления в оперативно проведенных расчетах рассмотрены модели, учитывающие водонасыщенное состояние вмещающих грунтов.

Расчеты выполнены методом механики сплошной среды при помощи расчётного комплекса Midas GTS NX в несколько этапов. На начальной стадии производилось моделирование массива грунта для учёта начальных «бытовых» напряжений, а затем моделировалась проходка тоннелей путём создания расчётных стадий.

Грунтовый массив описан модифицированной моделью Мора-Кулона, созданной путем объединения нелинейно-упругой и упругопластической моделей. Данная модель более совершенна по сравнению с моделью Мора-Кулона и при ее формировании могут быть заданы различные модули упругости для этапов нагружения и разгрузки. Основными исходными данными для модели являются:

- секущий модуль деформации E50ref;
- одометрический модуль деформации Eoedref;
- разгрузочный модуль деформации Eurref;
- степенной показатель m – служит для установления зависимости изменения модулей деформации от напряжений на различной глубине заложения;
- удельное сцепление грунта c, кПа;
- угол внутреннего трения φ, град;
- плотность грунта ρ, т/м³;
- коэффициент Пуассона – ν.

На рассматриваемом участке вмещающий грунт представлен суглинком тяжёлым, плотным, твёрдым, а нормативные и расчетные значения его деформационно-прочностных характеристик приняты по результатам изысканий.

Водонасыщение грунтов в месте производства работ учтено снижением прочностных свойств (c, φ) в соответствии с разделом 3 ТР 206-09 «Технические рекомендации по проектированию и производству работ по устройству ограждающих конструкций котлованов в стесненных условиях существующей городской застройки в г. Москве» (применительно), поскольку в результатах изысканий отсутствуют данные о свойствах грунтов в водонасыщенном состоянии. Эти параметры определены вводом понижающих коэффициентов:

$$\varphi_{вод} = 0,8 \times \varphi = 0,8 \times 24,6 = 19,7 \text{ град (угол внутреннего трения);}$$

$$c_{п.вод} = 0,7 \times c_p = 0,7 \times 60,8 = 42,56 \text{ кПа (удельное сцепление).}$$

Временная крепь тоннелей выполнена из стальных арок из двутаврового сечения 25ШЗ/20ШЗ, установленных с шагом 0,75 м. Пространство между арками заполнено набрызг-бетоном класса В25. При проходке калотты в её основании сооружена бетонная распорная плита, армированная двутаврами 20Б1 с шагом 3,0 м по длине выработки.

Для анализа влияния замачивания грунта на напряженно-деформированное состояние временной крепи во время проходки разработаны две расчетные модели:

- проектная последовательность работ с учетом замачивания основания калотты: проходка калотты; устройство распорной плиты; установка анкеров в опорной зоне арок временной крепи калотты; разборка распорной плиты и разработка верхнего уступа; разработка нижнего уступа и устройство крепи полного сечения выработки;
- последовательность раскрытия выработки соответствует проектной в условиях замачивания основания калотты с дополнительным закреплением грунта инъекционным раствором в опорной зоне арочной крепи калотты. Объем закрепленного грунта составляет 2,0–2,5 м по ширине с каждой стороны выработки и по высоте не более толщины верхнего уступа (2,5–2,7 м). Деформационно-прочностные параметры закрепленного грунта в расчете приняты: E = 5000 МПа, γ = 22 кН/м³, ν = 0,22.

В проведенных расчетах степень насыщения грунта водой принята равномерной для левой и правой стены, а вмещающий грунт принят однородным.

Для расчета напряженно-деформированного состояния временной крепи по первому варианту разработаны расчетные схемы четырех этапов раскрытия выработки (рис. 4).

Для второго варианта расчетные схемы приведены на рис. 5.

По результатам расчета обоих вариантов получены общие перемещения временной крепи по каждой фазе проходки. Эпюры общих перемещений крепи и грунта при полном раскрытии сечения выработки приведены на рис. 6 по первому варианту и рис. 7 по второму варианту – с учетом закрепления грунта в основании крепи калотты. На рисунках показаны значения общих перемещений в характерных точках внутреннего контура временной крепи с направлением внутрь выработки.

При проверке прочности временной крепи в точках с максимальными перемещениями для первого варианта расчета коэффициент запаса несущей способности составил $k_{зап} = 1,38$, а для второго варианта $k_{зап} = 1,44$.

Сравнение значений перемещений в фиксированных точках крепи полной выработки указывает на улучшение её деформационной характеристики за счет закрепления грунта в основании арок крепи калотты.

В чрезвычайных ситуациях замачивания



Рис. 5. Расчетные схемы по этапам раскрытия выработки (второй вариант расчета). Зелёным цветом показана зона закрепления грунта. Красным – зона замачивания

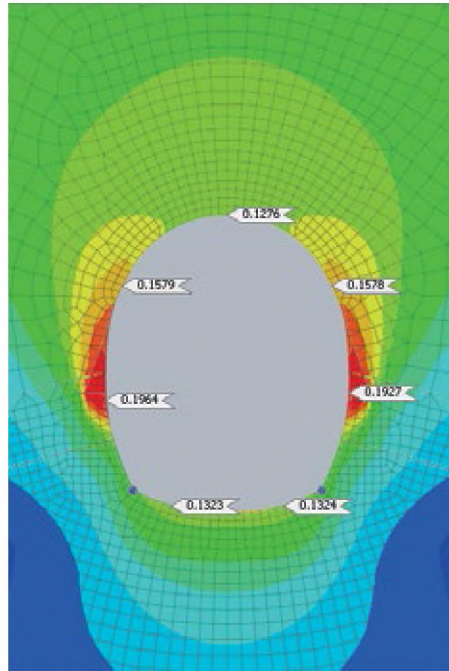


Рис. 6. Эпюра общих перемещений временной крепи при замачивании грунта в основании калотты (первый вариант расчета)

глинистых и суглинистых грунтов в основании калотты эффективным способом остановки смещений временной крепи при разработке нижних уступов или боковых штросс может быть экстренное нагнетание закрепляющих составов в основание крепи калотты.

По результатам проведённых расчетов повышение за счет укрепительных мероприятий модуля деформации грунта от 35 МПа в естественном состоянии до 5000 МПа и плотности от 2,03 до 2,2 т/м³ обеспечивает снижение общих деформаций временной крепи по обеим сторона выработки и шельги свода на 35–40 %, а в основании выработки не более 1 %. Этот технологический прием обеспечивает качественное выполнение проходки нижних уступов и штросс с возведением последующих элементов временной крепи и сохранением проектных значений перемещений.

Выводы

1. Выполнение научно-технического сопровождения строительства тоннелей обеспечило оперативный расчетно-теоретический анализ экстремальных производственных ситуаций в условиях заложения выработок отличных от проектных. По результатам анализа были определены причины и закономерности развития деформаций временной крепи на участках замачивания грунтов при проходке калотты.

2. Анализом результатов маркшейдерских наблюдений определена закономерность развития деформации арок крепи калотты и верхнего уступа, что позволило установить безопасное расстояние до 10 м и до 50 м

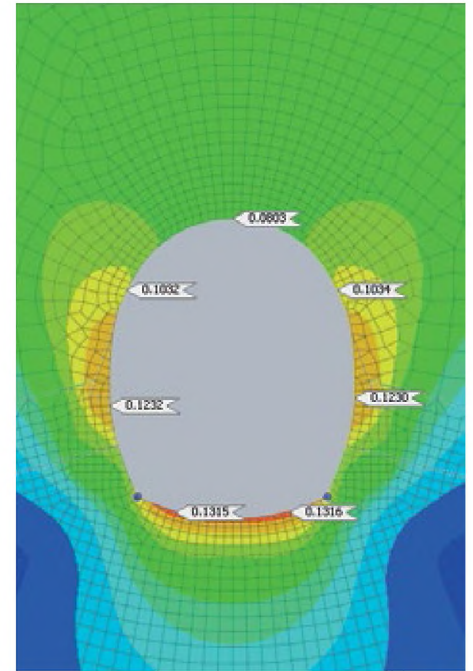


Рис. 7. Эпюра общих перемещений временной крепи при замачивании грунта в основании калотты и закреплении грунта (второй вариант расчета)

от забоя уступа до контролируемого створа временной крепи калотты в глинистых грунтах естественной влажности в условиях их водонасыщения.

3. Опираясь на результаты расчетно-теоретического анализа и маркшейдерских наблюдений, разработаны рекомендации по стабилизации деформаций временной крепи в условиях замачивания вмещающих глинистых грунтов путем нагнетания закрепляющих растворов в опорную зону крепи калотты.

Ключевые слова

Научно-техническое сопровождение, временная крепь, деформации, расчетно-теоретический анализ, рекомендации, стабилизация.

Scientific and technical support, temporary support, deformations, computational and theoretical analysis, recommendations, stabilization.

Список литературы

1. Технический отчет по научно-техническому сопровождению строительства по объекту «Обход участка Шкотово – Смоляниново Дальневосточной железной дороги». 2024 г., 113 с.
2. Технический отчет по проведению горно-экологического мониторинга по объекту: «Обход участка Шкотово – Смоляниново Дальневосточной железной дороги». 2024 г., 230 с.

Для связи с авторами

Гурский Валерий Алексеевич
vagur46@mail.ru
 Рябов Константин Алексеевич
bt.ryabov@gmail.com

ТРЕТИЙ КИТАЙСКО-РОССИЙСКИЙ ФОРУМ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ В ОБЛАСТИ ГЕОТЕХНИКИ И ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

THE THIRD SINO-RUSSIAN FORUM OF YOUNG SCIENTISTS IN THE FIELD OF GEOTECHNICS AND UNDERGROUND CONSTRUCTION

А. Р. Попонин, индивидуальный член Тоннельной ассоциации России, член Молодежной группы Международной тоннельной ассоциации

A. R. Poponin, individual member of the Tunnel association of Russia, member of the Youth Group of the International Tunnel Association

19-22 сентября 2024 г. успешно завершился третий китайско-российский форум молодых ученых в области геотехники и подземного строительства, который собрал на одной площадке ведущих специалистов из России и Китая. Мероприятие стало значимым шагом в развитии научного сотрудничества между двумя странами, объединив более 150 участников, среди которых были ученые, инженеры и представители отраслевых компаний.

On September 19-22, 2024, the Third China-Russia Forum of Young Scientists in Geotechnics and Underground Construction, which brought together leading experts from Russia and China, was successfully completed. The event became a significant step in the development of scientific cooperation between the two countries, bringing together more than 150 participants, including scientists, engineers and representatives of industry companies.

Форум был организован Подразделением тоннелей и подземного строительства Китайского общества гражданских инженеров, Тоннельной ассоциацией России, Северо-Восточным университетом КНР и Российским университетом транспорта (РУТ МИИТ).

Цели конференции:

- обмен результатами последних научных исследований среди молодых специалистов в сфере подземного строительства и геотехнологии;
- обсуждение проблемных вопросов в области геотехники, инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации тоннелей и подземных сооружений;
- развитие международных отношений между Россией и Китаем в сфере подземного строительства, повышение уровня исследований в этой области, укрепление научного и культурного обмена между Китаем и Россией, содействие академическому обмену и сотрудничеству в области геотехники и подземного строительства.

Мероприятие было призвано объединить молодых ученых и специалистов в сфере геотехники и подземного строительства России и Китая и стать площадкой для обмена научно-техническим опытом двух стран.

Этот форум стал первым, проведенным в очном формате на базе Северо-Восточного университета КНР в городе Шэньян. В рамках двухдневной деловой части форума было заслушано 28 докладов по следующим темам:

- Тоннели и подземное строительство;
- Механика грунтов и фундаменты;
- Проектирование глубоких котлованов и оснований;
- Новые технологии для развития городского подземного пространства;



Приветствие сопредседателя форума от КНР Фэн Сяцина



Приветствие сопредседателя форума от России И. Я. Дормана

- Строительство в сложных климатических условиях;

- Планирование подземного пространства.

Форум открыли сопредседатели: от Китайской стороны – академик Китайской инженерной академии и ректор Северо-Восточного университета Фэн Сяцин, от Российской стороны дистанционно из Москвы – академик Российской академии естественных наук, доктор технических наук, член правления Тоннельной ассоциации России профессор И. Я. Дорман. Дальнейшую церемонию открытия вели председатель организационного комитета профессор Чжао Вэнь из Северо-Восточного университета и от Российского университета транспорта (РУТ МИИТ) А. А. Пискунов.

Первый день конференции начался с доклада заведующего кафедрой мостов, тоннелей и подземных сооружений Дальневосточного государственного университета путей сообщения С. А. Кудрявцева на тему «Геотехнические особенности мерзлых дисперсных грунтов при сооружении подводной части тоннеля». Докладчик рассмотрел историю и технологию сооружения одного из ключевых подводных тоннелей в РФ – тоннель под Татарским заливом на остров Сахалин. Были рассмотрены результаты большого количества геофизических изысканий, комплексные геофизические расчеты сооружения тоннеля, представлены выводы, сделанные на их основе.

Фенг Шоужонг выступил с докладом на тему «Ключевые технологии и их применение для безопасной эксплуатации и предотвращения катастроф в автодорожных тоннелях». Докладчиком были представлены различные варианты улучшения безопасности этих объектов на основе проведенного им анализа. Также были продемонстрированы опыт и эксперименты, проведенные в автодорожных тоннелях и результаты внедрения некоторых из разработок на реальных подземных объектах Китая.

В докладе А. А. Пискунова «Нештатные ситуации при проходке и эксплуатации тоннелей в сложных инженерно-геологических условиях» на примерах были подробно рассмотрены природные и техногенные факторы, влияющие на подземные сооружения. Часть доклада была посвящена работам, выполненным в РУТ МИИТ, по оценке состояния объектов, разработке и контролю технологии устранения последствий этих воздействий на подземные и наземные сооружения, раскрыты проблемы, с которыми столкнулись специалисты.

В докладе Сонг Жанпинг «Исследование ключевых технологий для строительства крупногабаритных прямоугольных водопропускных труб под несколькими действующими железнодорожными линиями» раскрыл предпосылки своих исследований и обозначил ключевые проблемы и риски. В докладе



Церемония открытия форума. Президиум (крайний слева – проф. Чжао Вэнь, третий справа – проф. А. А. Пискунов)



Выступление С. А. Кудрявцева



Выступление А. А. Пискунова



Выступление Д. Ю. Чунюка



Выступление А. Р. Попонина

описаны выполненные исследования и эксперименты на основе которых были выдвинуты несколько технологий для строительства подземных сооружений в обводненных грунтах, представлены результаты внедрения этих технологий и полученный в ходе работы опыт.

В докладе В. Н. Парамонова «Геотехнические проблемы свайных фундаментов» рассмотрены следующие вопросы: изменение несущей способности сваи при длительном нахождении в грунте, корректность нынешних расчетов несущей способности свай, изменение их несущей способности при вдавливании в различные грунты. На базе реальных объектов и сооружений или на базе лаборатории были проведены необходимые испытания, исследования и замеры, по которым затем были сделаны необходимые выводы и заключения.

С докладом на тему «Технология предотвращения и контроля повреждений тоннелей в холодных регионах» перед коллегами выступил Луо Янбинг. Раскрыты проблемы при эксплуатации и возможные повреждения тоннелей в холодных регионах Китая. Основными из них являются водопроявления тоннельной обделки, которые в связи с низкими отрицательными температурами намерзают и скапливаются на внешней стороне тоннельной обделки. Представлен обширный анализ проблем в существующих

тоннелях и при помощи лабораторных испытаний выявлены зависимости и причины таких повреждений. Автором выдвинуты возможные варианты устранения этих проблем при будущем строительстве новых тоннелей.

Тема доклада Д. Ю. Чунюка «Подготовка специалистов в области геотехники и подземного строительства в национальном исследовательском университете МГСУ». Докладчик познакомил китайских коллег с историей и нынешней жизнью Московского государственного строительного университета, в частности с ключевым вектором развития как в сфере научной, так и в сфере учебной деятельности, также подробно рассказал о кафедре механики грунтов и геотехники, рассказал о профилях подготовки специалистов и основных приобретаемых ими компетенциях.

Далее был заслушан доклад Су Донга на тему «Ключевые технологии при строительстве станции метро при помощи двух близко расположенных прямоугольных тоннелепроходческих комплексов». Докладчик подробно рассказал об объекте строительства: рассмотрел топографические сведения, условия строительства и плотность городской застройки по всей трассе тоннеля, уделил внимание свойствам пород вмещающего массива. Всего было рассмотрено три возможные технологии сооружения тоннеля при помощи ТПМК разных конфигураций

и их количества. Выработка имеет достаточно большие размеры – 13,6 × 22,6 м, поэтому было предложено использовать прямоугольные щиты. По результатам расчетов рекомендовано объединить два прямоугольных щита вместе, чтобы они смогли проходить выработку на всю её высоту – 13,6 м. Этот проект стал одним из крупнейших объектов Китая, где применяется такая технологическая схема проходки.

В докладе Н. А. Телятниковой «Теоретические и практические подходы управления сложными проектами для повышения надежности строительных транспортных объектов» рассмотрены проблемы, возникающие при управлении такими проектами. В частности, необходимо интегрировать цифровые технологии в управление строительными проектами, адаптировать управление к условиям сооружения объекта, использовать расширенные системы мониторинга, оптимизировать логистику, систематизировать базы информации об объекте и оптимизировать технологию принятия решений.

Юуи Тонга в докладе «Исследование устойчивости и механики подземных сборных конструкций» рассказал о современном опыте строительства подземных объектов со сборной обделкой на примере станционных комплексов метрополитена Китая. Для сравнения были представлены три основные технологии сооружения таких объектов при помощи различных сборных элементов. В рамках работы был проведен анализ и расчеты, и выбран оптимальный вариант сооружения таких подземных конструкций.

В докладе Е. В. Городновой «Использование энергии взрыва как эффективной технологии для обеспечения устойчивости земляного полотна при дорожном строительстве» был проанализирован опыт использования подобных технологий в России и по всему миру. На примере автодорожного объекта подробно раскрыта технология использования энергии взрыва для стабилизации и увеличения устойчивости земляного полотна, проведены все необходимые обследования и результаты внедрения технологии, которые были представлены в презентации.

Затем Чжао Пенгуй рассказал слушателям форума о характеристиках теплопередачи и изменения температурного поля тоннеля в холодном регионе на примере тоннеля Йецзишань в провинции Хэбэй. Автор подробно рассмотрел дефекты, появляющиеся в тоннелях из-за низких отрицательных температур. Был выполнен комплекс расчетов для определения зависимостей по изменению температурного поля в тоннеле и по их результатам выявлены законы о распределении тепла в тоннельной обделке и зависимостей изменения температуры на протяжении года.

Следующим выступил А. Р. Попонин с докладом на тему «Оценка влияния строитель-

ства комплекса станций метро горным способом на плотную городскую застройку», основанным на научно-исследовательской работе, выполненной в НИТУ МИСИС. Объект исследований – пересадочная станция метро Челябинского метроtramвая. Автор поделился опытом стадийных геотехнических расчетов в программном комплексе MIDAS FEA NX. По результатам расчетов были сделаны выводы о влиянии буровзрывного способа проходки на городскую застройку и возможность применения таких технологий в городах, где присутствуют крепкие скальные породы.

Джиа Ненг – автор доклада «Исследование инженерных характеристик дорожного полотна, улучшенного тремя реагентами для точечного отверждения», ознакомила слушателей конференции с комплексом проведенных исследований и экспериментов, представила выявленные зависимости и сравнила результаты от применения реагентов на инженерные характеристики дорожного полотна.

Р. Н. Никоноров в докладе «Оценка возможности замены активной крепи забоя на элементы оболочки при численном моделировании щитовой проходки» представил исследования и вариации расчетов в зависимости от давления на рабочий орган щита. В результате автором была представлена формула для расчета толщины элемента оболочки забоя, которая позволяет существенно сократить трудозатраты при моделировании, что в свою очередь ускорит процесс прогнозирования изменений напряженно-деформированного состояния.

В докладе «Определение сейсмических повреждений в тоннелях на основе вибрационных испытаний» Ванг Юи предложил новый метод динамической дискриминации (DDM) для сейсмических повреждений в тоннельных порталах. Сравнивались сходства и различия этого метода с уже существующими при помощи обширной тестовой таблицы сейсмоки, базирующей на основе больших данных. Новый метод имеет ряд преимуществ, основным из которых является возможность определять положение и временную ориентацию повреждения склона и обделки, что в свою очередь позволяет лучше понять процесс динамического повреждения.

Я. А. Рейсбих в докладе «Экологические и технологические риски городского подземного строительства» рассмотрела основные нормативные документы Российской Федерации, регламентирующие эколого-технологические риски. Основная часть доклада была посвящена контролю всех необходимых параметров на примере станции Московского метрополитена «Вавиловская». По результатам этого контроля были сделаны выводы о необходимости актуализации нормативных документов и улучшении эколого-технологического контроля на объектах подземного строительства.



Выступление Р. Н. Никонорова



Выступление Я. А. Рейсбих

Заключительным в первый день форума стал доклад Цао Жилин «Внедрение и применение программной структуры связи ABAQUS-PFC3D на основе модели CFD-DEM». Автор познакомил слушателей с новой программной структурой, рассказал о её плюсах и минусах, представил результаты различных расчетов, основанных на реальных строящихся объектах. Отмечено, что численное моделирование становится все более полезным инструментом для изучения механизма эрозии скальных пород и почвы, а также прорыва воды и грязи. Связанное численное моделирование принципа ABAQUS-PFC3D может визуально показать эволюцию прорыва воды и грязи в водонасыщенном разломе.

Второй день молодежного форума был открыт докладом Ванг Шуинг «Новый внешний пермеаметр, контролируемый нагрузкой, для песков, обработанных пеной». Докладчик рассказал о предыстории исследования,

о разработке нового прибора – пермеаметра, подходу к его испытаниям и их результатам. Прибор был разработан для изучения влияния давления почвы на проницаемость пенокондиционированных песков.

Затем с докладом на тему «Устранение водопроявлений в подземных сооружениях, расположенных в экстремальных климатических условиях» выступила А. А. Карпухина, рассказавшая об истории борьбы с водопроявлениями, проанализировав причины их возникновения. Были рассмотрены различные последствия водопроявлений на примере большого количества объектов обследований. Автор представила передовое инъекционное оборудование для устранения водопроявлений в уже построенных тоннелях, рассказала о критериях оценки эффективности применения таких систем, принципе их работы и результатах применения.

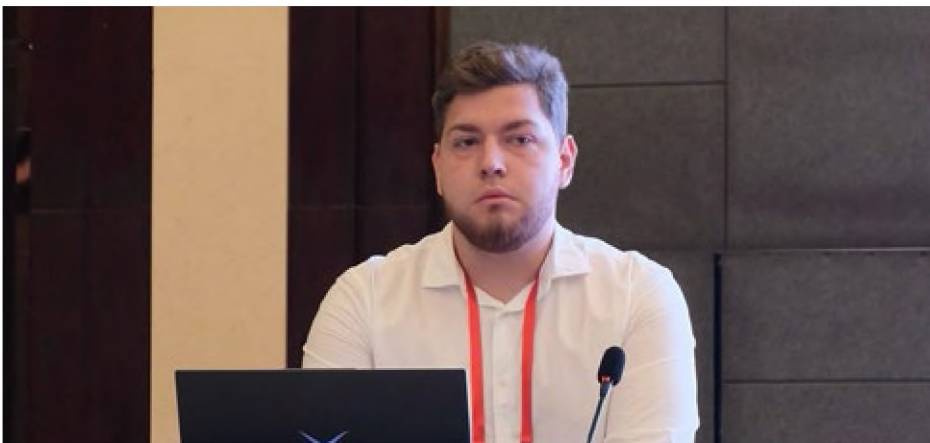
В докладе Лиу Заобао «Особенности по-



Выступление А. А. Карпухиной



Выступление Л. Н. Осетинского



Выступление И. А. Галабурды



Выступление Д. Р. Куксеновой

левого мониторинга и численное моделирование цепного горного удара в тоннелях» на примере выполненных научно-исследовательских работ были подробно рассмотрены все виды необходимых обследований и мониторинга большого объема данных, представлено используемое оборудование.

С докладом «Методы закрепления котлованов и оптимизация конструктивных решений» выступил Л. Н. Осетинский. Особое внимание уделено креплению при помощи грунтовых анкеров. При помощи моделирования по специализированным геотехническим программным комплексам была подобрана оптимальная высота анкера, шаг его установки, глубина анкера и угол его наклона, в результате чего можно выбирать оптимальный вариант. В докладе представлены перспективы развития этих исследований.

Лу Чжао представил доклад «Молекулярно-динамическое исследование, выявляющее связь между адсорбцией CO₂ и механической прочностью в каолините». Рассмотрено оборудование и концепция проведения исследований. В результате был получен ряд выводов, сделаны заключения и выявлены ключевые и важнейшие зависимости, влияющие на связь между адсорбцией CO₂ и механической прочностью в каолините.

И. А. Галабурда в докладе «Устранение карстово-суффозионной опасности при строительстве транспортных сооружений в сложных геологических условиях» на примере реального объекта рассмотрел этапы противокарстовых мероприятий и их основные виды. Было выдвинуто несколько вариантов решения карстово-суффозионной опасности, в первую очередь – организация противодиффузионной завесы. Автором была предложена технология совмещения работ по организации противодиффузионной завесы с работами по заполнению карстовых полостей и эффект от их применения.

Ванг Хин представил доклад «Подход к моделированию для анализа подземных шахт». В результате работы над этой темой, автором был представлен метод численного моделирования, охватывающий весь цикл добычи: разработку, добычу и обратную засыпку как отдельных выработок, так и всего комплекса.

В докладе «Особенности застройки жилой недвижимости в охранной зоне метрополитена» Д. Р. Куксеновой рассмотрен комплекс мероприятий для оценки влияния наземного строительства на объекты метрополитена, а также положения о зонах с особыми условиями использования территорий в РФ. На примере построенных новых станций Московского метрополитена были проанализированы современные подходы к застройке новых территорий города Москвы. Была выбрана площадка для строительства объекта, описаны основные её параметры, рассчитаны финансовые и технические ри-

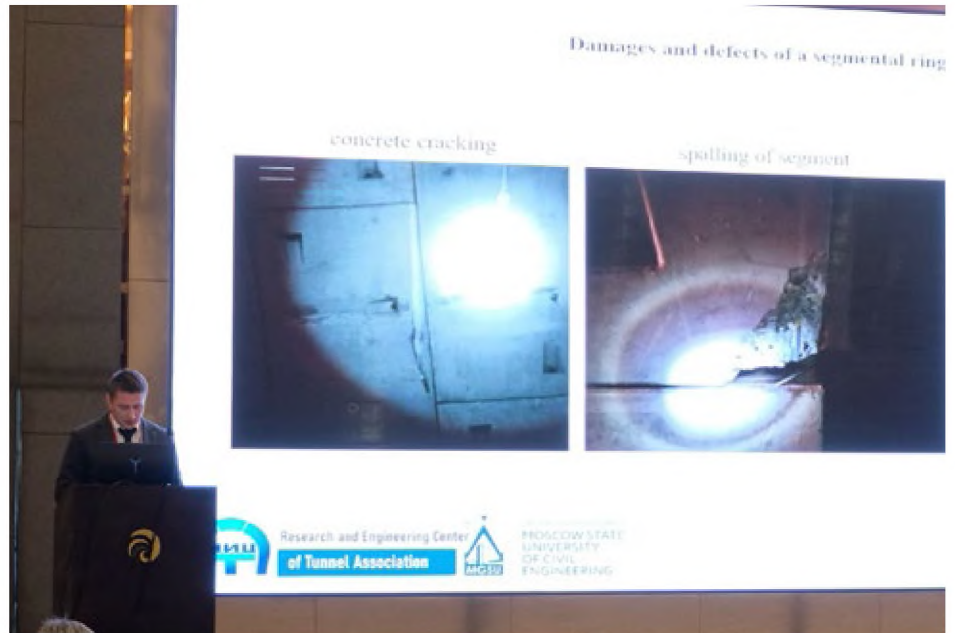
ски, также обоснована эффективность разработанного проекта.

В докладе Чжанг Тонг «Динамические механические свойства фибробетона композитного состава» рассмотрена история разработки и международный опыт применения фибробетона и особенно современных композитных фибробетонов. По результатам испытаний нескольких видов фибробетона выявлены зависимости и различия в отдельных его видах. В докладе представлены результаты всех проведенных испытаний и сделан ряд выводов о возможности применения таких материалов на тех или иных объектах.

Затем выступил П. С. Мильчевский с докладом на тему «Анализ возникновения дефектов в отдельных участках обделки тоннеля от воздействия домкратов ТПМК». На примере строительства перегонного тоннеля Московского метрополитена было рассмотрено воздействие домкратов ТПМК на отдельные сегменты тоннельной обделки. Выявлены основные дефекты сегментов обделки и причины их появления. Результаты воздействия домкратов при сооружении тоннеля были подкреплены испытаниями блоков обделки в лаборатории. В рамках работы над этой темой предложена новая конструкция сегмента обделки с применением фибробетона. Эти сегменты также были обследованы в лаборатории. По результатам исследований сделаны выводы о возможности применения таких сегментов.

Лиу Кейи выступил с темой «Формирование фильтрационной оболочки и механизм поддержки, учитывающий эффект инфильтрации для шламового щита большого диаметра при работе в сложных геологических условиях». Автор рассказал о численном моделировании инфильтрации пульпы и формирования фильтрационной оболочки, был раскрыт механизм поддержки пульпы при сооружении тоннелей при помощи ТПМК, оценена эффективность поддержки с учетом инфильтрации пульпы и эффекта резания. Численная модель инфильтрации пульпы создана на основе связи CFD-DEM. Были созданы теоретические модели поддержки пульпы для глубокой/поверхностной инфильтрации, и проанализирован механизм поддержки пульпы на различных стадиях глубокой и поверхностной инфильтрации.

Далее выступила О. В. Герасимова с докладом на тему «Влияние введения полимеров на реологические свойства глин с целью поддержания высокой вязкости пеногрунта при проходке ТПМК». Основной целью работы является повышение показателей тоннелепроходческих работ на механизированных комплексах с активным пригрузом забоя. В докладе рассматриваются нынешние рекомендации по выбору активного пригруза и его назначению, а также рекомендации по типам продукта, пенного реагента и по-



Выступление П. С. Мильчевского



Выступление О. В. Герасимовой

лимера для различных грунтов. Автор представила несколько типов новых реактивов, рассказала об их испытаниях, полученных зависимостях и результатах их сравнения.

Затем был заслушан доклад Ванг Шуангуан на тему «Развитие, применение и перспективы метода трубчатого крепления кровли выработок в Китае». На примере комплекса строящихся подземных объектов в Китае автор рассмотрел технологии сооружения ограждающих конструкций для кровли выработок. По результатам этого анализа был предложен передовой метод крепления при помощи металлических труб. В работе представлены результаты испытаний элементов крепи и выводы о возможности и целесообразности применения этой технологии.

Заключительным докладом всего молодежного форума стала презентация Цао Веньхин на тему «Выполнение глубокой зонированной выемки грунта в котловане вблизи существующих линий метрополитена во время зимнего периода года». Автором подобно рассмотрен объект ведения работ – его топографические, климатические и физико-механические свойства. Конкретно для этого объекта Цао Веньхин предложил новую технологию сооружения котлована. В докладе он рассмотрел все аспекты реализации этого метода. В результате успешного сооружения объекта можно сделать вывод о том, что используя данный метод с опорной схемой комбинированных удерживающих свай и анкерных тросов, процесс строительства глубокой выемки в мерзлых грунтах не ока-

зал никакого неблагоприятного воздействия на прилегающую инфраструктуру в центре города Шеньян.

Официальной заключительной частью форума стала торжественная церемония закрытия, в которой приняли участие д. т. н., профессор Чжао Вэнь, член-корреспондент Российской академии архитектуры и строительных наук, заведующий кафедрой мостов, тоннелей и подземных сооружений Дальневосточного государственного университета путей сообщения С. А. Кудрявцев, профессор Российского университета транспорта А. А. Пискунов, а также представитель Тоннельной ассоциации России, член Молодежной группы Международной тоннельной ассоциации А. Р. Попонин.

Профессор Чжао Вэнь, выступивший в роли председателя на церемонии закрытия конференции, поблагодарил организаторов и участников за поддержку и помощь в проведении форума и объявил, что четвертый китайско-российский форум молодых ученых в области геотехники и подземного строительства будет проведен в России в грядущем 2025 г. Четвертый молодежный форум продолжит идею создания платформы для обмена опытом между китайскими и российскими молодыми учеными. А. А. Пискунов, А. Р. Попонин и С. А. Кудрявцев отметили, что форум прошел весьма успешно и они очень благодарны своим коллегам из Северо-Восточного университета за тщательную организацию, и с нетерпением ждут встречи с участниками на следующей конференции, которая пройдет в России.

После окончания торжественной церемонии закрытия форума, участники с российской стороны посетили обновленную научно-техническую лабораторию подземного строительства в Северо-Восточном университете КНР. В рамках визита сотрудники лаборатории провели для всех участников экскурсию по её территории, познакомили их с представленным оборудованием и продемонстрировали принцип его работы.

Помимо этого, участники смогли прогу-



Церемония закрытия форума. Президиум



Общее фото с участниками форума на церемонии закрытия



Общее фото с участниками форума

ляться по территории университета, посетили учебные и научные корпуса вуза, а также увидели кампусы, предназначенные для проживания студентов и аспирантов.

В заключительный день конференции все участники посетили строящуюся станцию метро города Шеньяна. На текущий 2024 г. в городе строится три линии метрополитена, а станция, которую увидели гости, располагается в новом районе города. После запуска этой линии метро, станция станет крупным пересадочным узлом, и тысячи жителей города смогут намного быстрее и комфортнее добираться до своих домов.

Эта станция сооружается открытым способом, на месте будущей платформы разработан котлован с ограждающей конструкцией крепи из железобетонных свай. На данный момент на объекте ведется сооружение несущих стен и перекрытия станции, организуется настил для рельсовых путей, машинные залы и эскалаторные подъемы. Представители компании-застройщика рассказали участникам об организации строительства этого инфраструктурного объекта, технологии его сооружения и основных особенностях. Многие участники, посетившие строительный объект, отметили современные изоляционные материалы оклеечного типа. Все без исключения были приятно удивлены культурой производства в Китайской Народной Республике и отметили высокий уровень организации работ на строительной площадке.

После посещения объекта форум был закончен, у участников осталось свободное время для прогулки по городу и посещения интересующих их достопримечательностей и знаковых объектов.

Третий китайско-российский форум молодых ученых в области геотехники и подземного строительства стал не только площадкой для обмена знаниями, но и катализатором для создания новых проектов и укрепления международного партнерства. Были заключены несколько соглашений о сотрудничестве между ведущими исследовательскими институтами России и Китая. Участники отметили, что такие мероприятия помогают не только продвигать науку, но и решать практические задачи, стоящие перед строительной отраслью.

Участники форума выразили уверенность, что совместные исследования и проекты в области подземного строительства будут способствовать развитию устойчивой инфраструктуры и безопасных городских пространств.

Это был насыщенный и продуктивный форум, который открыл новые горизонты для научного сотрудничества и обмена передовыми практиками в геотехнике и подземном строительстве. Все участники были рады продолжить этот обмен и с удовольствием ждут новой встречи на следующем четвертом форуме в 2025 г.



**Представители Российской делегации
в лаборатории Северо-Восточного университета КНР**



**Участники форума на территории кампуса
Северо-Восточного университета КНР**



Участники форума на строительной площадке будущей станции метро



**Участники форума на строительной площадке будущей станции метро:
В. Н. Парамонов, Чжао Вэнь, С. А. Кудрявцев**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В СЛОЖНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

24–26 октября 2024 г. в Российском университете транспорта (РУТ, МИИТ) состоялась Международная научно-практическая конференция «Проектирование, строительство и эксплуатация объектов транспортной инфраструктуры в сложных климатических и инженерно-геологических условиях».



Участники конференции. Фото: Татьяна Сысоева

В конференции приняли участие 172 человека, было заслушано 78 докладов ученых и специалистов из России, Китая, Малайзии, Узбекистана и Беларуси. Среди участников были представители таких организаций, как Российская академия наук (РАН), РЖД, Тоннельная ассоциация России (ТАР), Русгеотех, Спецстрой и Автодор-Инжиниринг.

На открытии конференции с приветственным словом выступили:

- Климов Александр Алексеевич, ректор Российского университета транспорта;
- Далингер Яков Михайлович, проректор Российского университета транспорта;
- Цзянькун Лю, профессор Университета Сунь-Ятсена (КНР);
- Соловьёв Анатолий Александрович, директор Геофизического центра РАН,

член-корреспондент РАН;

- Чжао Вень, профессор Северо-Восточного университета (КНР);
- Собисевич Алексей Леонидович, заведующий лабораторией Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН, профессор РАН, член-корреспондент РАН;
- Гусев Борис Владимирович, член-корреспондент РАН, президент Российской инженерной академии;
- Богданов Михаил Игоревич, генеральный директор ООО ИГИИС;
- Дорман Игорь Яковлевич – от Исполнительной дирекции Тоннельной ассоциации России;
- Шепитько Таисия Васильевна, и. о. директора Института пути, строительства и сооружений РУТ (МИИТ), д. т. н., профессор;

- Пискунов Александр Алексеевич, заведующий кафедрой мостов и тоннелей ИПСС, РУТ (МИИТ);
- Исаев Дмитрий Валерьевич, руководитель программы Национального центра управления экологическим развитием России РАН-ХиГС.

Конференция проводилась в рамках реализации гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по теме «Анализ и разработка теоретических основ по обеспечению эксплуатационной надежности объектов транспортной инфраструктуры в условиях многолетнемерзлых грунтов».

В рамках обсуждений рассматривались вопросы использования новых материалов и технологий для защиты инфраструктуры,

методов термостабилизации мерзлых грунтов, применения нейронных сетей для прогнозирования состояния оснований, а также подходы к мониторингу и диагностике состояния транспортных объектов.

На конференции были представлены следующие российские научные и образовательные учреждения:

- Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
- Российский университет транспорта,
- Сибирский государственный университет путей сообщения,
- Иркутский государственный технический университет,
- Военная академия материально-технического обеспечения,
- Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет,
- Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова,
- Дальневосточный государственный университет путей сообщения,
- Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе,
- Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана,
- Санкт-Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I.

Китай был представлен университетами:

- Северо-Восточный университет (г. Шэньян),
- Пекинский транспортный университет (г. Пекин),
- Юго-Западный университет (г. Чэнду),
- Университет Сунь Ятсена (г. Гуанчжоу).

Из Малайзии выступили представители Университета Tun Hussein Onn Malaysia, а Узбекистан представлял Ташкентский государственный транспортный университет. Белорусскую сторону представлял Белорусский национальный технический университет.

В рамках пленарных заседаний с докладами выступили:

- Костяной Андрей Геннадьевич, д. ф.-м. н., ведущий научный сотрудник Геофизического центра РАН, Лаборатория геоинформатики и геомагнитных исследований;
- Цзянькун Лю, профессор Университета Сунь Ятсена (Китай);
- Брушков Анатолий Викторович, доктор геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой геоэкологии Геологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова;
- Чжао Вень, д. т. н., профессор Северо-Восточного университета г. Шэньян, КНР;
- Шепитько Таисия Васильевна, и. о. директора Института пути, строительства и сооружений РУТ (МИИТ), д. т. н., профессор;
- Ван Шухун, профессор Северо-Восточного университета (Китай);
- Козлов Андрей Васильевич, к. т. н., ООО «Автодор-Инжиниринг»;



Выступление члена правления Тоннельной ассоциации России проф. И. Я. Дормана, Фото: Татьяна Сысоева

- Суй Ли, профессор Пекинского транспортного университета;
- Филиппова Надежда Анатольевна, д. т. н., профессор, руководитель инновационно-исследовательского проекта «Развитие мультимодальной мобильности в условиях Арктической зоны России» Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ);
- Трофименко Юрий Васильевич, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой ФГБОУ ВО Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ);
- Власов Владимир Михайлович, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой ФГБОУ ВО Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ);
- Шмелев Василий Алексеевич, к. т. н., руководитель испытательного центра, АО «Научно-исследовательский институт мостов и дефектоскопии»;
- Ашпиз Евгений Самуилович, д. т. н., заведующий кафедрой пути и путевого хозяйства РУТ (МИИТ);
- Кавказский Владимир Николаевич, к. т. н., доцент, ПГУПС;
- Железняк Михаил Николаевич, член-корреспондент РАН, доктор геолого-минералогических наук, ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН;
- Цинь Сяотун, профессор Юго-Западного

университета КНР;

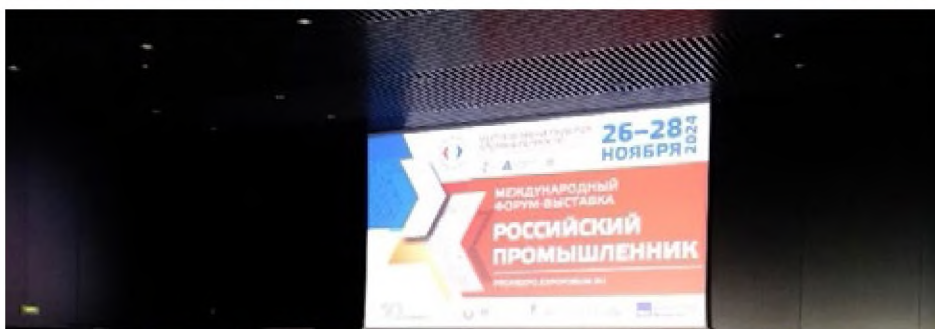
- Кирпичев Дмитрий Александрович, и. о. начальника Ситуационного центра мониторинга и управления чрезвычайными ситуациями ОАО «РЖД».

Завершением программы, организованной заместителем директора по международной деятельности и развитию Института пути, строительства и сооружений РУТ (МИИТ) Телятниковой Натальей Александровной и при поддержке заведующего кафедрой геоэкологии Геологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова, профессора Анатолия Викторовича Брушкова, стала поездка на Звенигородскую биостанцию, в подразделение геологического факультета МГУ, где участники ознакомились с программой изучения термодинамики мерзлых грунтов и применением сезонных охлаждающих установок. Организаторами проведения мероприятий в Звенигороде и лекторами выступили профессор МГУ Илья Аркадьевич Комаров и кандидат технических наук Алексей Юрьевич Гунар. Делегацию из Китая на экскурсии возглавили профессора Чжао Вень и Ван Шухун из Северо-Восточного университета.

Конференция способствовала укреплению международного научного сотрудничества и реализации целей гранта, направленных на разработку новых технологических решений и повышение надежности транспортной инфраструктуры в условиях вечной мерзлоты.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ОСВОЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА МЕГАПОЛИСОВ И ТРАНСПОРТНЫЕ ТОННЕЛИ – 2024»

26–27 ноября 2024 г. в Санкт-Петербурге, в Конгрессно-выставочном центре «Экспофорум» в рамках программы Международного форума-выставки «Российский промышленник» была проведена научно-техническая конференция «Освоение подземного пространства мегаполисов и транспортные тоннели – 2024».



Форум-выставка «Российский промышленник» – это масштабное событие, организованное при поддержке правительства Российской Федерации, которое объединило на одной площадке ведущих экспертов различных отраслей и секторов экономики. Центром обсуждения стали ключевые вопросы, стоящие перед отечественной промышленностью.

Соорганизаторами форума выступили Российский союз промышленников и предпринимателей, Министерство промышленности и торговли России и правительство Санкт-Петербурга. Оргкомитет форума возглавили президент РСПП Александр Шохин, министр промышленности и торговли РФ Антон Алиханов, губернатор Санкт-Петербурга Александр Беглов.

В 2024 г. главная тема форума – «Приоритеты промышленной политики: технологическое развитие и кадровый потенциал». В современных условиях промышленный бизнес сталкивается с множеством вызовов. В процессе трансформации подходов к промышленной политике на первое место выходят два ключевых приоритета: технологическое развитие и кадровый потенциал. Пленарное заседание форума-выставки посвящено юбилею закона о промышленной политике: за десять лет с момента его принятия отрасль прошла через значительные изменения, направленные на создание новых возможностей для предпринимательского сообщества. Были созданы индустриальные парки, промышленные кластеры. «Российский промышленник – 2024» выступил центральной площадкой для обсуждения реализованных задач и позволил наметить новые горизонты планирования.

Организатором конференции «Освоение подземного пространства мегаполисов и транспортные тоннели – 2024» выступила

Тоннельная ассоциация России (ТАР), генеральным партнёром мероприятия – АО «Мосинжпроект», партнерами – АО «Мосметрострой», АО МНИИТЭП, ГК «Моспроект-3», оператором мероприятия стало ООО «ЦВРБ».

Цель конференции – поделиться последними достижениями научных исследований в области подземного строительства, обсудить вопросы, связанные с обследованием, проектированием, строительством и эксплуатацией транспортных тоннелей, обменяться опытом практического применения современных строительных технологий и материалов, а также рассказать о инновациях в научно-технической поддержке подземного строительства.

Мероприятие объединило экспертов научного и строительного сообщества подземного строительства и стало площадкой для обмена научно-технической и коммерческой информацией.

В конференции участвовало более 130 специалистов из 60 организаций России и ближнего зарубежья в сфере проектирования и строительства подземных сооружений: инженеров, архитекторов, проектировщиков, застройщиков, производителей материалов и технологий, подрядных организаций, представителей органов власти, вузов и научного сообщества.

По традиции с приветственным словом к участникам конференции обратился председатель правления ТАР К. Н. Матвеев. После своего выступления Константин Николаевич вручил четверым новым участникам свидетельства о членстве в Тоннельной ассоциации России.

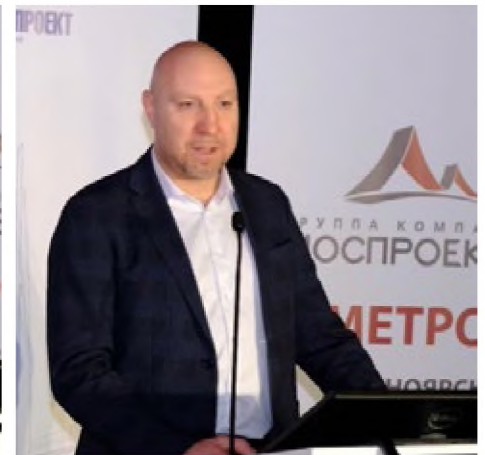
Также гостей конференции поприветствовали заместитель генерального директора АО «Мосметрострой» М. Ю. Бельский и представитель комитета по строительству г. Санкт-Петербурга Д. Ю. Петров.

До начала деловой части конференции руководитель Исполнительной дирекции ТАР А. Б. Лебедев вручил дипломы Тоннельной ассоциации России победителям конкурса дипломных работ среди студентов по проблематике освоения подземного пространства – 2024.

Затем модератор первой части конференции доктор техн. наук, профессор И. Я. Дорман пригласил первого спикера – А. В. Майстренко (ГК «Моспроект-3», АО «Моспромпроект») с докладом «Метротрамвай как альтернатива строительства метрополитена в крупных городах России», в котором были раскрыты сложности строительства метрополитена в крупных городах России, описан опыт создания интегрированных транспортных систем и проектные решения по линиям метротрамвая в городах Красноярск и Челябинск, а также приведены доводы в пользу строительства в определённых условиях легкорельсового транспорта вместо классического метрополитена.



М. Ю. Бельский



Д. Ю. Петров



А. Б. Лебедев



А. В. Майстренко



М. Ю. Губин



Е. М. Гоконова



К. П. Ковальков-Искра



Д. А. Бойцов



Д. С. Конохов

Продолжил выступление М. Ю. Губин (ООО «ЭнергоСтройПроект»). Тема его доклада «О создании и развитии в Санкт-Петербурге дополнительного скоростного вида пассажирского транспорта». В выступлении предлагалось использовать исторически сложившийся потенциал территории Санкт-Петербурга в части задействования имеющейся железнодорожной инфраструктуры для обеспечения скоростных перевозок как внутри Санкт-Петербурга, так и в пригородах с учетом опыта создания подобных транспортных систем, таких как S-Bahn (Мюнхен, Берлин и др.), RER (Париж).

Сменила докладчика Е. М. Гоконова (ООО «Экхайден») с выступлением на тему «Моделирование затоплений для целей проектирования объектов метрополитена». Елена Михайловна рассказала о серии проектов, выполненных ООО «Экхайден» совместно с Тоннельной ассоциацией России для нужд АО «Мосинжпроект», методах сбора информации и способах анализирования и моделирования.

После вниманием участников завладели К. П. Ковальков-Искра и Д. С. Петунина (АО «Мосинжпроект») с докладом «Строительство перегонных тоннелей Троицкой линии под объектами дорожной инфраструктуры». В выступлении был описан опыт строительства туннелей за станцией «Новаторов» Троицкой линии под улицей Пилгогина с применением буротрубного экрана.

Следующим выступил Д. А. Бойцов (АО «НИПИИ «Ленметрогипротранс»). Его доклад «Оптимизация объемно-планировочных решений при создании подземного вестибюля метрополитена» познакомил слушателей с разработанным проектным институтом АО «НИПИИ «ЛМГТ» универсальным трехуровневым цилиндрическим подземным вестибюлем, который благодаря своей универсальной форме можно адаптировать для любых участков плотной городской застройки.

Затем выступил Д. С. Конохов (АО «Мосинжпроект») с докладом «О методах противокарстовой защиты тоннелей, проходимых в районах карстово-суффозионной опасности в г. Москве». На основе приведенных в статье положений были сформулированы выводы о природе формирования провалов и оседаний поверхности на территории Москвы, о целесообразности применения методики математического моделирования методом конечных элементов «внезапного» провала при образовании карстовой воронки. Был сделан вывод об эффективности применения современных противокарстовых мероприятий на объектах метрополитена.

Вслед за Дмитрием Сергеевичем слово взял Р. С. Чурилов (ООО «Цементум центр») с темой выступления «Инновационный материал – сверхпрочный фибробетон. Опыт применения в России», в котором подробно был описан инновационный локализованный

строительный материал, его особенности и характеристики, а также опыт успешного применения.

Следующий доклад по теме «Управление потоками в системах противодымной вентиляции автодорожных тоннелей с помощью воздушных завес» зачитал Р. А. Куров (ООО «Зитрон»). В выступлении было рассказано о проведенных аэродинамических исследованиях с использованием программно-вычислительного комплекса Fluent, которые позволили оценить эффективность применения воздушных завес для продольно вентилируемых тоннелей.

После обеденного перерыва модератор второй части конференции доктор технических наук Д. С. Колюхов пригласил выступить спикера Т. Е. Кобидзе (АО «Мосинжпроект») с докладом «Опыт применения инновационного метода площадного межслойного секционного инъектирования», который освещал оригинальное техническое решение на основе метода межслойного секционного инъектирования, разработанного специалистами АО «Мосинжпроект» для решения проблемы обводнения наружной поверхности внутренней отделки и возникновения течей через ее фильтрующие дефекты.

Следующим выступил К. В. Добровольский (ООО «ПромЭнергоРесурс») с докладом «Деформационно-устойчивая негорючая гидроизоляция с длительным сроком эксплуатации», в котором была затронута тема ресурсосбережения и ресурсоэффективности в строительстве за счет применения природоподобных материалов, описана проблема и предложен вариант ее решения с помощью уникальной инновационной технологии.

Доклад Д. В. Саламатова (ООО «Полипласт-Юг») «Технология «Полипласт» при строительстве и ремонте транспортных тоннелей» содержал информацию о продукции, предлагаемой компанией, а также технических решениях применения.

После выступил В. А. Авдеев (ООО «Торговый дом «РЕКС») с докладом «Эффективная гидроизоляция подземных сооружений – совокупность технических решений и материалов. Принципы и методы подбора». В выступлении были описаны воздействия воды и влаги на сооружения и задачи защиты сооружения от них, факторы, влияющие на долговечность подземных сооружений в условиях воздействия воды и влаги, а также технические решения и материалы для защиты от подземных вод: устранение протечек, герметизация, устранение дефектов бетона и гидроизоляция.

Продолжил выступление А. В. Цыбенко (ООО «Техноколь строительные системы»). Тема его доклада «Уникальная вакуумная система гидроизоляции для объектов подземного строительства». Алексей Васильевич рассказал об уникальных свойствах



Р. С. Чурилов



Р. А. Куров



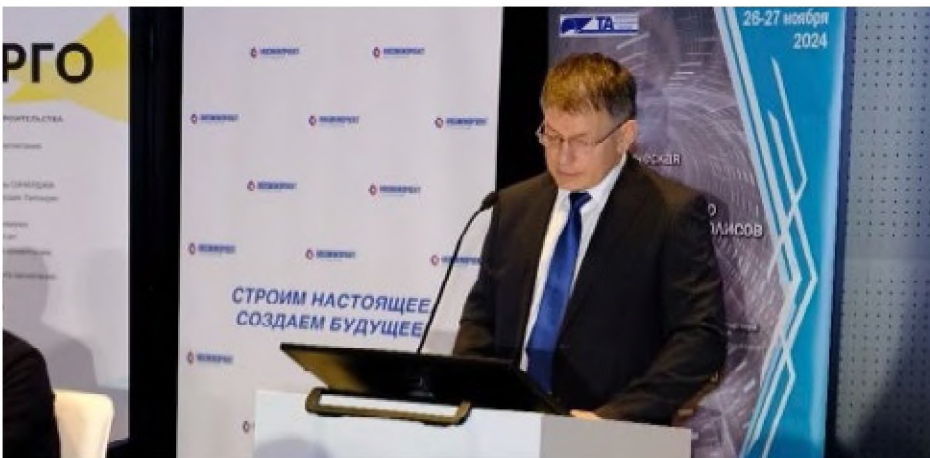
Т. Е. Кобидзе



К. В. Добровольский



Д. В. Саламатов



В. А. Авдеев



А. В. Цыбенко



А. А. Долев

гидроизоляционного материала, уникальной системе гидроизоляции на основе представленных материалов и практике применения системы на строительных объектах.

Затем слово взял А. А. Долев (АО «Мосинжпроект») с докладом «Закрепление грунтов в г. Москве при устройстве притоннельных сооружений», в котором было рассказано об одном из самых надежных методов создания водонепроницаемого и прочного массива закрепленного грунта – методе замораживания грунтов, о его различных технологиях исполнения, а также преимуществах и недостатках разных технологий.

После небольшого перерыва на конференции выступил С. В. Андрианов (АО «НИПИИ «Ленметрогипротранс») с докладом «Взаимосвязь собственных частот колебаний тоннеля с дефектами отделки и заобделочного пространства». В докладе был приведен пример работ по вибромониторингу отделки тоннелей, регистрации собственных частот колебаний участков тоннеля, проведен анализ результатов с выявленными дефектами.

Следующий доклад по теме «Битумсовместимые полимерные материалы» зачитал А. Ю. Глушенко (ООО «Русские инъекционные технологии»). В докладе содержалась информация об инновационном решении в ремонте битумных ДШ, адгезии инъекционных материалов к битумной гидроизоляции.

Сменил докладчика А. А. Вдовин (ГБУ «Мосгоргеотрест») с докладом «Лазерное сканирование в составе технического обследования подземных объектов инфраструктуры метрополитена: проблемы и пути их решения». Автором доклада было предложено изучить некоторые технологические особенности определения технического состояния (обследования) тоннелей метрополитена для формирования объективной картины качества и достоверности результатов лазерного сканирования и управления рисками при использовании таких материалов в смежных работах.

Затем был заслушан доклад Д. Л. Бурина (ГУП «Петербургский метрополитен») «Обеспечение безопасной эксплуатации стволов вентиляционных шахт Петербургского метрополитена». Выступление затронуло тему замерзания воды за обделкой ствола шахтной вентиляции, а также пути решения данной проблемы путем применения инновационных материалов и технологий реновации.

Следующим выступил Н. Г. Бобылев (Российский государственный гидрометеорологический университет) с докладом на тему «Международные институты и развитие городского подземного пространства». Николай Геннадьевич рассказал участникам конференции о международных институтах – это организации, созданные тремя или более странами, работающие над вопросами развития и затрагивающие глобальную повестку развития ООН. В последние годы

городское подземное пространство становится вопросом глобального значения и сотрудничества. Строительство тоннелей и разработка подземных пространств все чаще осуществляются глобальными компаниями, работающими в разных странах и на разных континентах. Докладчик представил исследование, которое рассматривает уже проделанную различными международными институтами и организациями работу, определяя повестку дня и потребности для дальнейшего развития городского подземного пространства.

Затем был заслушан доклад А. Р. Попонина (ФГАОУ ВО НИТУ МИСИС, кафедра «СПСиГП») на тему «Оценка влияния строительства подземного транспортного узла горным способом на плотную городскую и историческую застройку». Докладчик представил комплексную научно-исследовательскую работу, целью которой стала оценка безопасности сооружения участка тоннелей и пешеходного перехода под жилым историческим зданием г. Челябинска для строительства линии скоростного рельсового транспорта. В рамках выполнения этой работы был проведен анализ градостроительных и инженерно-геологических условий по трассам строительства участков тоннелей, математическое моделирование участков тоннелей, анализ геотехнических рисков при сооружении участка тоннелей, разработка рекомендаций по обеспечению безопасности объектов в период строительства. Артём Романович рассказал о всех аспектах этого сложного проекта и представил результаты и выводы по проделанной работе.

Также Артём Попонин, как молодежный представитель Тоннельной ассоциации России, рассказал участникам конференции об одном из важнейших и ключевых международных событий в сфере подземного строительства – китайско-российском форуме молодых ученых в области геотехники и подземного строительства. В 2024 г. был проведен уже третий форум. Он прошел в Китайской Народной Республике в г. Шеньянь на базе одного из ключевых университетов в сфере подготовки инженерных кадров – Северо-Восточном университете Китая с 19 по 22 сентября. Докладчик более подробно раскрыл тематику форума, поделился впечатлениями от этого события и обозначил планы на предстоящий 2025 – проведение четвертого китайско-российского форума молодых ученых в области геотехники и подземного строительства. Проведение грядущего форума запланировано на вторую половину летнего сезона на территории Российской Федерации.

Заключительным стал доклад А. А. Карпухиной (Университет транспорта РУТ МИИТ) на тему «Влияние водопроявлений на напряженно-деформированное состояние тон-



С. В. Андрианов



А. Ю. Глущенко



А. А. Вдовин



Д. Л. Бурин



Н. Г. Бобылёв



А. Р. Поповин



нельной отделки». Для обеспечения безопасной и длительной эксплуатации тоннелей они должны быть защищены от негативного воздействия грунтовых и поверхностных вод. Проникая через отделку тоннеля, вода может вызвать вымывание цементного камня и, как следствие, снижение прочности всей конструкции. Кроме того, она может вызывать коррозию металлических элементов и электрооборудования, а также увеличивать уровень блуждающих токов, что может негативно сказаться на безопасности движения транспорта. Докладчик рассказал о специальных мерах по стабилизации и защите этих конструкций. Александра Алексеевна подробно рассмотрела методы гидроизоляции, дренажа, герметизации швов и вентиляции, которые позволяют эффективно бороться с воздействием воды и обеспечивать безопасность эксплуатации тоннелей.

После выступлений участники конференции смогли обсудить доклады, задать вопросы и пообщаться в неформальной обстановке.

В завершение насыщенного дня прошла торжественная церемония награждения лауреатов ежегодного конкурса Тоннельной ассоциации России «На лучшее применение передовых технологий при строительстве тоннелей и подземных сооружений – 2023».

Во второй день конференции для всех докладчиков и участников был организован технический тур на строящуюся станцию метрополитена Санкт-Петербурга «Юго-Западная». Это строящаяся станция Петербургского метрополитена на Красносельско-Калининской (шестой) линии. Она будет расположена за станцией «Путиловская» и на момент открытия станет конечной станцией первой очереди строительства линии.

Наземный вестибюль станции будет размещён на первом этаже административного здания метрополитена на углу проспекта Маршала Жукова и улицы Маршала Казакова.

В перспективе предусмотрено строительство с противоположной стороны платформы второго выхода со станции в виде подземного вестибюля, совмещённого с переходом под улицей Маршала Казакова.

Руководством АО «Метрострой Северной столицы» была проведена насыщенная экскурсия по строительному объекту. Специалисты поделились с участниками конференции опытом, полученным при сооружении новой линии метрополитена, рассказали о проблемах, с которыми они столкнулись в процессе строительства и путях их решений.

Участникам удалось изучить строительную площадку, рассмотреть строящийся главный вестибюль и административное здание метрополитена, а также увидеть готовый эскалаторный спуск на саму станцию. Все участники технического тура проявили высокий интерес к этому объекту, так как он сооружается не открытым, уже ставшим типовым для новых станций города Москвы,

а закрытым способом через вертикальные стволы. Участники экскурсии также отметили слаженную работу коллектива и высокий уровень организации работ на этом строительном объекте.

Далее была проведена экскурсия в город Пушкин (Царское Село). Участникам рассказали об истории становления города, о знаковых исторических личностях, которые в нем жили.

Экскурсионная программа завершилась прогулкой по Екатерининскому парку и посещением Екатерининского дворца с его знаменитой на весь мир янтарной комнатой.

Все участники и докладчики конференции получили от прошедшего мероприятия только положительные эмоции и ждут встречи на следующей конференции Тоннельной ассоциации России.





Производство инновационных
минеральных и химических
продуктов

СИНЕРГО

ПРОДУКЦИЯ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ МЕТОДОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

- Микроцементы MicroBond MC
- Обойменный раствор Бентоцем
- Материалы для компенсационного нагнетания САТгрунд и АПгрунд
- Композиционное минеральное вяжущее Геолит
- Полифункциональные модификаторы SYNERGY
- Акрилатные гели Синакрил
- Полиуретаны СиноПур
- Гидроизоляционная мембрана СиноСил
- Набрызг-бетоны SYNERGY
- Профессиональные ремонтные смеси SYNERGY
- Специальное вяжущее для струйной цементации Geolit Jet
- Тампонажные смеси для контрольного нагнетания

ДОБАВКИ ДЛЯ БЕТОНОВ И СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

- Высокоактивный метакаолин
- Флюидизированная известь
- Пеногасители SYNERGY
- Глиноземистый цемент
- Гиперпластификаторы SYNERGY PCE
- Расширяющие модификаторы Metadol



+7 (800) 301-18-07
MINERALPRODUCTS.RU

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ:

- Архитектурной отделки
- Дверных конструкций с системами контроля и управления доступом
- Ревизионных люков
- Инженерных систем
- Освещения

При строительстве автодорожных тоннелей, железнодорожных тоннелей, подпорных стен, пешеходных переходов и других объектов тоннельно-дорожного строительства.

