

Применение прогрессивных технологий тоннелестроения при освоении подземного пространства мегаполисов.

(Итоги Форума, проведенного Тоннельной Ассоциацией России)

15-16 октября 2020 года в конференц-зале отеля "Холидей Инн Москва Сокольники" прошел Научно-технический форум "Применение прогрессивных технологий тоннелестроения при освоении подземного пространства мегаполисов", организованный Тоннельной ассоциацией России при участии компании "ИБТ". В конференции, прошедшей в рамках Форума, приняли участие 65 человек из 27 организаций.

С приветственным словом к участникам Форума обратились: заместитель председателя правления ТАР А.Б. Лебедев; научный руководитель ООО "НИЦ ТА" проф., д.т.н. В.Е. Меркин и вице-президент по научной работе АО «Метрогипротранс» проф., д.т.н. И.Я. Дорман.



Форум открылся докладом, подготовленным Д.С. Конюховым (АО "Мосинжпроект") совместно с И.В. Колыбиным (НИИОСП им. Н.М. Герсванова). В нём приведены результаты проведенного анализа требований к освоению подземного пространства, изложенных в современных нормативно-технических документах.

Во введенном в действие в 2020 году СП 473.1325800 «Здания, сооружения и комплексы подземные. Правила градостроительного проектирования» были впервые в нашей стране сформулированы требования к градостроительному освоению подземного пространства.



Градостроительные задачи создания подземного пространства должны предусматривать:

- преемственность исторического развития городов, их пространственной организации, обеспечение их гармоничного и композиционного городского единства с учетом максимального использования подземных пространств;
- создание и развитие центров периферийных районов с подземными пространствами, объединёнными с транспортно-пересадочными узлами;

- создание системы общественных, торговых, деловых комплексов, концентрирующих значительные потоки работающих и посетителей в составе подземных пространств на периферии исторического центра.

Свод правил содержит рекомендации по разрешенному использованию объектов капитального строительства, размещаемых в подземном пространстве, по степени использования подземного пространства в городах с различной численностью населения, по размещению подземных объектов на территориях различных функциональных зон города, по функциональному составу подземных помещений, а также требования, ограничивающие градостроительную деятельность в сфере подземного строительства.

Для этого предполагается постепенный переход от использования подземного пространства городов для размещения отдельных объектов к его комплексному развитию, позволяющему сделать городскую среду более комфортной для жизни населения.

Тему продолжили доклады Д.А. Бойцова и М.О. Лебедева (ОАО НИПИИ "Ленметрогипротранс"), В.В. Пономаренко и Д.С. Петуниной (АО "Мосинжпроект"), П.Д. Павлова и Е.Г. Цигичко (АО "Метрогипротранс").

В докладе Д.А. Бойцова (ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс») рассмотрены проектные решения по новому типу станций мелкого заложения в сочетании с двухпутными перегонными тоннелями, разработанными для участка Некрасовской линии Московского метрополитена, станции «Стахановская», «Окская», «Юго-Восточная». Проектные решения по новому типу станций основаны на формировании объемно-планировочного решения, позволяющего минимизировать строительный объем и общую площадь станции при сохранении нормативных комфортных пассажирских пространств, а также унификации составных элементов станционных комплексов. Результатом проектирования стала разработка модульной станции блочного типа, составные элементы которой могут перекомпоновываться и модернизироваться в зависимости от пассажиропотока и градостроительной ситуации.



В.В. Пономаренко (АО «Мосинжпроект») в качестве примера синтеза инженерно-технических, архитектурных и художественных решений при проектировании станционных комплексов метрополитенов представила реализованный проект декоративно-художественного оформления станции "Лефортово" Московского метрополитена.



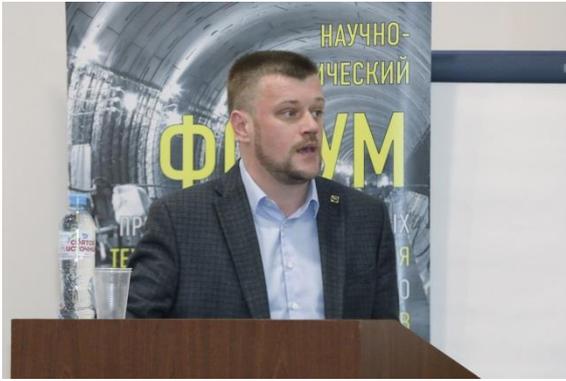
В докладе М.О. Лебедева (ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс») основное внимание уделено требованиям Федеральных законов и нормативно-технических документов в части мониторинга природно-техногенной среды при строительстве объектов метрополитена, приводятся многочисленные отечественные и зарубежные примеры органи-

зации инструментальных систем мониторинга и указывается на недостатки Федеральных законов и строительных норм, не позволяющих предусмотреть в проектной документации все необходимые и достаточные мероприятия по мониторингу существующей застройки.

Более подробно эта проблема была рассмотрена в докладе Д.С. Петуниной (АО «Мосинжпроект») на примере мониторинга объектов железнодорожной инфраструктуры при проходке под ними или в непосредственной близости от них перегонных тоннелей метрополитена. На основании анализа проектов и результатов мониторинга 18 пересечений объектов железнодорожной инфраструктуры строящимися перегонными тоннелями были выявлены недостатки действующей системы мониторинга и даны предложения по совершенствованию нормативной базы, в том числе СП 227.1326000.2014 «Пересечения железнодорожных линий с линиями транспорта и инженерными сетями», применению более современных видов оборудования для проведения мониторинга, формированию новых методов организации мониторинга и расчета стоимости геодезических работ при наблюдении объектов железнодорожной инфраструктуры.



В докладе П.Д. Павлова (АО «Метрогипротранс») рассмотрены вопросы комплексного освоения подземного пространства в условиях плотной городской застройки мегаполисов и обеспечения безопасности выполнения подземных работ на примере реализованных проектов реконструкции ряда исторических памятников архитектуры в городе Москве.



Вопросы организации мониторинга за состоянием зданий и сооружений для обеспечения безопасности выполнения подземных работ были рассмотрены также в докладе главного инженера проекта АО «Метрогипротранс» Е.А. Цигичко.

В первой части Форума выступил также генеральный директор ООО «НПК «Спецбурматериалы» В.И. Ноздря, который представил участникам Форума информацию о разработанной организацией вязкоупругом вспененном геле «Полиаэрогель», применяемом при проведении ремонтно-изоляционных работ при проходке скважин в рыхлых обломочных, интенсивно трещиноватых породах, характеризующихся высоким и даже катастрофическим поглощением бурового раствора. «Полиаэрогель» представляет собой вязкоупругую пену, состоящую из основы, сшивателя и пенообразователя «ПолиПАВ ВН». Этот материал может применяться для кондиционирования грунта при механизированной проходке тоннелей с использованием ТПМК вместо импортных материалов, он также обладает высокой кольматирующей способностью, что обеспечивает гидроизоляцию стенок и высокую водонепроницаемость камеры и забоя.



Большой интерес у участников Форума вызвал доклад технического директора АО «Моспромпроект» Д.А. Цюпы, в котором была представлена информация о проводимой в настоящее время работе по внедрению технологий информационного моделирования при реализации проектов строительства подземных сооружений. Работа эта ведётся в рамках

Секции «Подземные сооружения» Межведомственной рабочей группы по внедрению технологий информационного моделирования, созданной при Правительстве города Москвы. Руководство работой этой Секции осуществляет Председатель Правления Тоннельной ассоциации России К.Н. Матвеев. В докладе освещена работа этой Секции за год со дня ее образования, а также на конкретных примерах были представлены возможности, которые откры-

ваются перед участниками строительного процесса при применении технологий информационного моделирования на всех этапах «жизненного цикла» объектов подземного строительства, в частности, строительства объектов метрополитена. Примечательно, что АО «Моспромпроект» в этом году вступило в члены Тоннельной ассоциации России и с первых же своих шагов в нашей организации активно включилось в работу по созданию нормативно-технической базы, обеспечивающей внедрение BIM-моделирования в подземное строительство.



С сообщением об организации строительства Красноярского метрополитена на Форуме выступил директор МКП «Управление по строительству Красноярского метрополитена» И.С. Иванов. В докладе представлена информация о перспективах развития экологически чистого транспорта в г. Красноярске, включая метрополитена, а также проде-

монстрированы проектные решения станций первого пускового участка метрополитена.

Генеральный директор ООО «Баутрейд» А.З. Иналов представил на Форуме сообщение о реализованных в России проектах, в которых в качестве отделочных материалов применены разработанные и изготавливаемые фирмой металлокерамические панели «HARD-WALL». Эти панели значительно увеличивают срок безремонтной эксплуатации



архитектурной отделки на транспортных объектах, имеют высокую стойкость к агрессивным воздействиям химических веществ и проявлениям вандализма, низкую пористость, высокую жесткость поверхности, стойкость к истиранию. Широкий спектр цветовых возможностей и разнообразие форм этих плит позволяют придавать объекту привлекательный внешний вид.



Представитель ООО «Промэнергоресурс» К.В. Добровольский в своем сообщении привел примеры использования производимых фирмой гидроизоляционных материалов ГСН-1 и ГСН-2 при сооружении метрополитенов и других подземных сооружений.



Во второй части Форума был заслушан доклад генерального директора ООО «Херренкнехт Тоннельсервис» Хеннинга П. Йоханнис, в котором представлена информация об организации фирмой «Херренкнехт» работы, связанной с обеспечением непрерывной работы механизированных тоннелепроходческих комплексов.

В рамках Форума были представлены также 2 доклада, отражающие особенности применения технологии «jet grouting» при сооружении объектов подземного строительства.

В докладе представителя фирмы «НЬЮ ГРАУНД» С.С. Зуева была изложена информация об опыте фирмы в применении современных технологий «jet grouting» и «стена в грунте» для укрепления грунтов при освоении подземного пространства. Приведены примеры применения технологии «jet grouting» при сооружении станции «Терехово» Московского метрополитена и перегонных тоннелей метрополитена между станциями «Парк Победы» и «Раменки», а также при строительстве других объектов Московского метрополитена. Дана информация об опыте применения этой технологии для укрепления грунтов при образовании котлованов для строительства различных сооружений в Перми, Тобольске, Тюмени, Казани и др. городах.



В докладе А.А. Долева (АО «Мосинжпроект») приведены результаты анализа рисков при применении технологии «jet grouting» для закрепления грунтов при строительстве московского метрополитена.

Технология «jet grouting» применяется в метростроении, в основном, при устройстве массивов грунта (внешних пригрузов) для ввода/вывода тоннелепроходческих механизированных комплексов (ТПМК), устройства ПФЗ дна котлована, устройства замковых элементов в местах соприкосновения буросекущихся/бурокасательных свай, усиления основания существующих конструк-

ций или при строительстве новых (например, водоводов или канализационных коллекторов) и т.п. Вместе с ростом объемов закрепления грунтов по технологии «jet grouting» стали накапливаться знания и об особенностях этой технологии, которые в ряде случаев могут привести к неудовлетворительным результатам применения её для усиления несущей способности грунтов. Анализ этих ситуаций позволил выделить и сгруппировать основные причины неудач при устройстве jet элементов и выработать способы недопущения подобных явлений в будущем.



В докладе Т.Е. Кобидзе (АО «Мосинжпроект») предлагается инновационный подход к применению разновидностей гидроизоляционных материалов последнего поколения, которые в виде предварительно устроенных гидроизоляционных покрытий проявляют способность к адгезионному сцеплению к свежееуженному бетону. Данное свойство этих

материалов определило возможность разработки отечественными и зарубежными специалистами гидроизоляционных материалов и систем адгезионного закрепления, в том числе, для тех элементов обделок подземных сооружений, наружная поверхность которых после возведения отличается отсутствием доступа для выполнения гидроизоляционных работ с применением традиционных гидроизоляционных материалов.

Представитель французской компании «SOPREMA» Поль Гинар сделал на Форуме сообщение о деятельности Компании на рынке строительных услуг в России. Компания специализируется на производстве гидро- и теплоизоляционных материалов. Дана подробная информация о разработанной фирмой технологии гидроизоляции сооружений COLPHENE BSW с применением линейки высокотехнологичных рулонных битумно-полимерных гидроизоляционных материалов, состоящих из SBS-модифицированного битумного вяжущего, усиленного сверхпрочной основой (нетканый полиэстер). Верхняя сторона материала покрыта специальным адгезионным слоем на основе кристаллов диоксида кремния, а нижняя сторона - полимерной пленкой. Приведены примеры применения этой технологии при строительстве метрополитенов.





О.Б. Крымовым (АО «Мосинжпроект») обобщен опыт по восстановлению водонепроницаемости эскалаторных тоннелей из чугунных тубингов на строящихся станциях "Ржевская" и "Шереметьевская". Эскалаторные тоннели возводились с применением активного замораживания грунта, однако его неравномерное оттаивание по длине тоннелей привело к возникновению растягивающих

напряжений в обделке по всей длине наклонного хода, раскрытию швов между тубингами и разрушению ранее выполненной жесткой чеканки швов, положение усугублялось тем, что активизация движения грунтовых вод привела к размыву замороженного тампонажного раствора. Для устранения возникшей проблемы было предложено применение двух технологических решений, в частности:

- выполнение вуального (мембранного) нагнетания в заобделочное пространство специального разработанного безусадочного тампонажного раствора на основе цементно-вяжущей смеси фирмы Basf с широкими возможностями регулирования сроков схватывания и плотности смеси;
- инъектирование в стыковые соединения полиуретановыми смолами (например, фирмы Basf и Normet), которые при контакте с водой формируют водонепроницаемое уплотнение в полости этих соединений.

С докладом о современных требованиях обеспечения пожарной безопасности при строительстве и эксплуатации подземных сооружений выступил руководитель ООО «ПРОЗАСК» С.П. Антонов. Сделан обзор действующих документов, в которых содержатся требования по пожарной безопасности, приведены примеры обеспечения пожарной безопасности элементов конструкции двухпутных тоннелей метрополитенов.



А.П. Нефедьев (ООО "Синерго") представил участникам Форума информацию о применении разработанных и выпускаемых фирмой строительных материалов в метро- и тоннелестроении.

Заключительным мероприятием первого дня Форума стало проведение церемоний награждения победителей 2-х ежегодных конкурсов Тоннельной Ассоциации России:

- Конкурса "На лучшее применение передовых технологий при строительстве тоннелей и подземных сооружений"
- Конкурса дипломных работ студентов по проблематике освоения подземного пространства.

Награды участникам Конкурса вручались Председателем Правления Тоннельной ассоциации России К.Н. Матвеевым.



Во второй день Форума организаторами мероприятия совместно с АО "Мосметрострой" была проведена техническая экскурсия на две строящиеся станции северо-восточного участка Большой кольцевой линии (БКЛ) Московского метрополитена - «Ржевская» и «Шереметьевская».

