

ИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ
ЖУРНАЛ
АО «МОСИНЖПРОЕКТ»

№3-4 (8-9)
АВГУСТ-СЕНТЯБРЬ 2015

www.mosinzhproekt.ru

МОСКВА ОТМЕТИЛА ДЕНЬ СТРОИТЕЛЯ

РЕПОРТАЖ О ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ
ПРАЗДНИКЕ В «ЛУЖНИКАХ»

**СТРОИТЕЛЬСТВО
МЕТРО — ПРИОРИТЕТ
БЛИЖАЙШЕЙ
ПЯТИЛЕТКИ**

Глава департамента строительства
Андрей Бочкарев о перспективах
столичной подземки

**ПОДЗЕМНЫЙ ДРАЙВЕР
РАЗВИТИЯ МЕГАПОЛИСА**

Самые масштабные программы
расширения сетей метрополитена
в XXI веке

**ОЛИМПИЙСКИЕ
ПРИНЦИПЫ
СТРОИТЕЛЬСТВА**

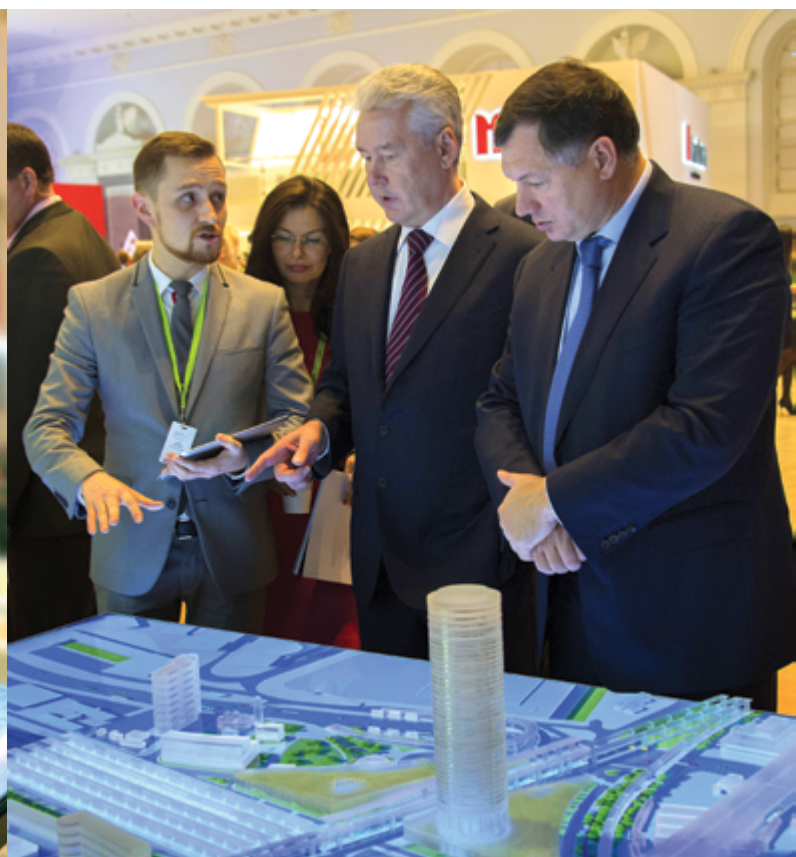
Интервью с заместителем
председателя Совета
директоров АО «Мосинжпроект»
Александром Горностаевым

16-17 ОКТЯБРЯ 2015 ГОДА
ЦВЗ «МАНЕЖ»

**Приглашаем всех посетить стенд
компании «Мосинжпроект» —**

эксклюзивного партнера Московского урбанистического
форума. На стенде будет представлена экспозиция,
отражающая основные направления деятельности компании.

Форум традиционно пройдет под эгидой Правительства
Москвы и при личном участии мэра Москвы Сергея Собянина.



 **МОСИНЖПРОЕКТ**

МОСКОВСКИЙ
УРБАНИСТИЧЕСКИЙ
ФОРУМ

**Профессиональный журнал
АО «Мосинжпроект»**

Главный редактор:
Максим Орлов,
кандидат экономических наук

Члены редколлегии:
Александр Пискунов,
доктор технических наук, профессор
Валерий Меркин,
доктор технических наук, профессор
Михаил Зерцалов,
доктор технических наук, профессор
Дмитрий Конохов,
кандидат технических наук
Александр Вигдоров,
член Союза архитекторов России

Выпускающий редактор:
Ольга Галкина

Дизайн и верстка:
ООО «РЕСПЕКТ»

Фотографы:
Василий Беляев
Анатолий Агашин
Андрей Гореловский
Михаил Колобаев
Александр Попов

Использованы фотографии
пресс-служб Мэра г. Москвы,
Строительного комплекса г. Москвы.

Учредитель:
АО «Мосинжпроект»
Адрес учредителя и редакции:
111250, Москва,
проезд Завода Серп и Молот, д. 10

Издание зарегистрировано Федеральной
службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых
коммуникаций.
Свидетельство ПИ № ФС 77-56669
от 26 декабря 2013 г.

Распространяется бесплатно.

Мнение авторов может не совпадать
с позицией редакции.

Отпечатано в Государственном унитарном
предприятии города Москвы
«Финансово-хозяйственное управление
Комплекса архитектуры, строительства,
развития и реконструкции города».

125009, Москва,
Никитский пер., д. 4., стр. 2

Подписано в печать 27.08.2015 г.
Тираж: 2000 экз.



Максим Орлов
главный редактор журнала
«Инженерные сооружения»

В календаре строителя август занимает особое место: к профессиональному празднику мы подводим итоги первого полугодия, намечаем перспективы на будущее. Ко Дню строителя-2015 Москва подошла с действительно заметными результатами.

За последние пять лет строительный комплекс столицы вышел в число мировых лидеров по ключевым позициям, в первую очередь по темпам строительства недвижимости и транспортной инфраструктуры. Московские строители возвели около двух с половиной тысяч объектов, что по размерам соответствует стандартному городу в средней полосе России. За прошедшую пятилетку в Москве появилось более 400 км новых благоустроенных дорог с современной уличной инфраструктурой — расстояние, сравнимое с десятью марафонскими дистанциями. И, что самое главное, удалось создать серьезный проектный и строительный задел на ближайшие годы.

Несмотря на непростую экономическую ситуацию, в этом году столичная строительная отрасль демонстрирует положительную динамику. Это стало возможным благодаря комплексным преобразованиям в отрасли в последние годы и антикризисным мерам поддержки строительной сферы, принятым правительством города. У Москвы огромный градостроительный потенциал, который при комплексном подходе и грамотном управлении становится локомотивом столичной экономики.

«Лучшее лекарство от кризиса — это стройка», — подчеркнул в поздравительной речи ко Дню строителя мэр Москвы Сергей Собянин. Строительный комплекс столицы — это крупнейший работодатель и налогоплательщик, создающий и модернизирующий жизненно важную инфраструктуру мегаполиса, делающий город удобным для жизни и привлекательным для инвестиций.

Подводя промежуточные итоги, московские строители ни на минуту не забывают о той ответственности, которую они несут перед городом. От нашего профессионализма зависит успешное развитие столицы и комфортная жизнь ее горожан. Хотелось бы пожелать всем коллегам новых профессиональных достижений, здоровья и личного благополучия.

СОДЕРЖАНИЕ

4

НОВОСТИ
КОРОТКО О ВАЖНОМ

6



МОСКВА ОТМЕТИЛА
ДЕНЬ СТРОИТЕЛЯ
РЕПОРТАЖ С ПРАЗДНОВАНИЯ
ДНЯ СТРОИТЕЛЯ

18

СОБЫТИЕ
ОТКРЫТ ПЕРВЫЙ КОРПУС
ТЕХНОПАРКА МФТИ

22

АНТИКРИЗИС
ИНВЕСТИЦИОННО-
ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ
ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ
Правительство Москвы реализует
план антикризисных мер

ТЕМА НОМЕРА:
ЮБИЛЕЙ МОСКОВСКОГО МЕТРО

26



«ЛУЧШЕМУ МЕТРО В МИРЕ»
ИСПОЛНИЛОСЬ 80!

34

К НОВЫМ РЕКОРДАМ!
Перспективы метростроения
в российской столице

44



СТРОИТЕЛЬСТВО МЕТРО —
ПРИОРИТЕТ БЛИЖАЙШЕЙ
ПЯТИЛЕТКИ
Интервью с главой
Департамента строительства
Москвы Андреем Бочкаревым

52

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ВЕКТОР
РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО
ТРАНСПОРТА

Николай Залесский,
младший научный сотрудник
Института экономики транспорта
и транспортной политики

54

МЕТРО ОТКРЫВАЕТ
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
ПОТЕНЦИАЛ ГОРОДА

Джеффри Тумлин,
ведущий эксперт
компании Nelson/Nygaard

56



ПОДЗЕМНЫЙ ДРАЙВЕР
РАЗВИТИЯ МЕГАПОЛИСА

Самые масштабные
программы расширения сетей
метрополитена в XXI веке

64



ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ
ПОЛИТИКА
ОЛИМПИЙСКИЕ ПРИНЦИПЫ
СТРОИТЕЛЬСТВА

Интервью с заместителем
председателя Совета директоров
АО «Мосинжпроект» —
руководителем комитета
по стратегии и кадрам
Александром Горностаевым

70



ОПЫТ
ПЕРЕКРЕСТКИ БОЛЬШИХ ДОРОГ
Новые развязки с направленными
съездами на МКАД улучшили
дорожную ситуацию на 20-25%

НАУКА

78

Издан новый учебник
«Использование подземного
пространства»

80

Герметизация деформационных
швов стадионов: новый
подход к обеспечению
водонепроницаемости

84

Мониторинг высотных
и большепролетных сооружений
с учетом численного
моделирования и замеров
ветровых воздействий

88

Научно-техническое
сопровождение проектирования
и строительства метрополитена

93

Определение упруго-вязких
свойств вмещающих грунтов
для оценки вибрации объектов
метрополитена по СП 23-105-2004

101

Проблемы и технологии
строительства коротких
тоннелей мелкого заложения

106

ENGLISH SUMMARY

108

СМЕХА РАДИ
МЕТРО НЕ ДЛЯ
ГРУЗОПЕРЕВОЗОК



ПРЕМЬЕР-МИНИСТР РФ ПОРУЧИЛ ПОДГОТОВИТЬ МЕРЫ ПО УПРОЩЕНИЮ ПОЛУЧЕНИЯ ЗЕМЛИ ПОД ИНВЕСТПРОЕКТЫ

Премьер-министр РФ Дмитрий Медведев поручил Минстрою и Минэкономразвития подготовить предложения, касающиеся сокращения количества процедур, необходимых для реализации инвестиционно-строительных проектов и получения земельных участков для таких проектов, а также совокупного времени и расходов на их прохождение, говорится в материалах на сайте Правительства РФ.

МАРАТ ХУСНУЛЛИН: МЕТРО ПРИДЕТ В «НОВУЮ МОСКВУ» В ТРЕТЬЕМ КВАРТАЛЕ 2015 ГОДА

Строительство станции «Саларьево» планируется завершить в третьем квартале текущего года, одновременно с ней будет открыта станция «Румянцево», сообщил заместитель мэра Москвы по градостроительной политике и строительству Марат Хуснуллин. За «Саларьево» построят депо для обслуживания составов Сокольнической линии.

«Новый участок построен, в том числе, и для транспортного обеспечения новых территорий Москвы. Он поможет разгрузить конечные станции, в целом улучшится дорожно-транспортная ситуация на прилегающих территориях. Рядом с «Саларьево» возведут крупный транспортно-пересадочный узел, который позволит пассажирам с комфортом пересаживаться с одного вида транспорта на другой, здесь же появится и перехватывающая парковка для автомобилей», — отметил Хуснуллин.

МОСКВА БУДЕТ ПРОЕКТИРОВАТЬ В 3D

Полный переход на 3D формат при проектировании строящихся объектов Москвы планируется осуществить в течение ближайших трех лет, сообщил заместитель мэра Москвы по вопросам градостроительной политики и строительства Марат Хуснуллин. «Мы ставим перед собой амбициозную задачу — полностью перейти на проектирование в 3D технологиях. Это даст возможность заранее, еще с проектного решения, учитывать стоимость строительства и будущей эксплуатации объектов. Мы будем понимать, какие материалы и проектные решения там будут применены. Это очень серьезный прорыв», — сказал Марат Хуснуллин. Заммэра отметил, что в Москве уже есть опыт 3D проектирования — проект реконструкции стадиона «Лужники», который станет главной ареной Чемпионата мира по футболу 2018 года, полностью создавался в 3D формате.

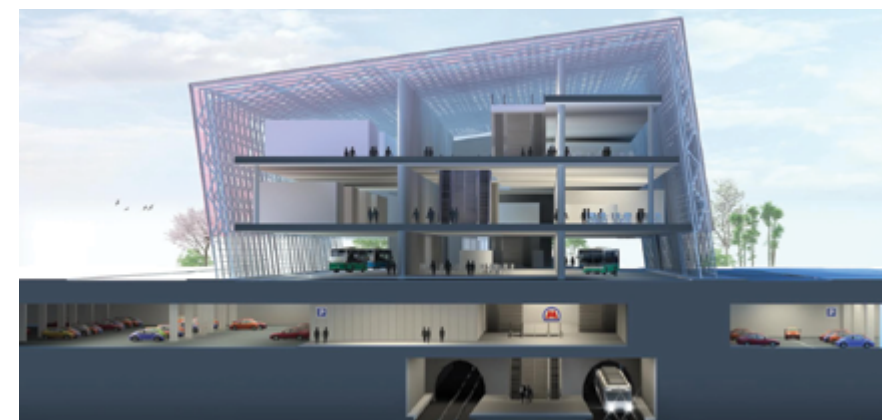
СЕРГЕЙ СОБЯНИН ОДОБРИЛ УЛУЧШЕННЫЕ СТАНДАРТЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ТИПОВОГО ЖИЛЬЯ



19 мая, на заседании президиума Правительства Москвы мэр Сергей Собянин утвердил новые принципы, согласно которым домостроительные комбинаты должны к началу 2016 года модернизировать производство серий жилых домов повторного применения. Речь идет о требованиях к архитектурно-градостроительным решениям многоквартирных жилых зданий, проектирование и строительство которых осуществляется за счет бюджета города Москвы.

Предусматривается, что домостроительные комбинаты будут выпускать серии жилых домов, в которых возможно варьировать этажность. Кроме того, планируется обеспечить разнообразие фасадов для одной и той же серии и свободную планировку квартир в домах. Также ДСК необходимо модернизировать типовые серии выпускаемых домов, чтобы появилась возможность размещать их на участках любой конфигурации, обеспечивая квартальность застройки. На первых этажах типовых домов предусмотрят общественные пространства.

В Москве уже есть пример новой качественной панельной застройки — это жилой социальный квартал на Базовской улице в районе Западное Дегунино на севере столицы.



ДИЗАЙН ПЕРЕСАДОЧНЫХ СТАНЦИЙ ОПРЕДЕЛЯТ НА АРХИТЕКТУРНЫХ КОНКУРСАХ

Власти Москвы планируют выбирать дизайн для новых пересадочных станций метро в ходе архитектурных конкурсов, сообщил заместитель мэра столицы по градостроительной политике и строительству Марат Хуснуллин на открытии фестиваля «Золотое сечение». «Московское метро исторически самое красивое в мире, и мы хотим продолжать создавать уникальные станции подземки. Дизайн новых станций «Солнцево» и «Новопеределкино» был определен в ходе архитектурного конкурса, и подобную практику мы намерены продолжать», — сказал Хуснуллин.

Конкурс на лучший дизайн станций «Солнцево» и «Новопеределкино» состоялся в прошлом году. Победителя выбирало профессиональное жюри и жители, участвующие в проекте Правительства Москвы «Активный гражданин». «Мы открыли для себя множество новых имен интересных дизайнеров-новаторов, способных в ограниченных рамках сложного подземного проекта создавать архитектурные шедевры. И я думаю, что мы еще не раз вернемся к этому опыту», — подчеркнул заммэра. На конкурс, прежде всего, планируется выставить крупные пересадочные станции с большим пассажиропотоком.



«МОСИНЖПРОЕКТ» ПОБЕДИЛ В НОМИНАЦИИ «ЛУЧШИЙ РЕАЛИЗОВАННЫЙ ПРОЕКТ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ»

Глава города Сергей Собянин наградил победителей конкурса в области строительства «Лучший реализованный проект 2014 года» и лауреатов, удостоенных звания «Почетный строитель города Москвы». Вручение дипломов состоялось в преддверии Дня строителя на одном из главных строительных объектов — стадионе «Лужники». «В эти непростые кризисные годы мы не будем менять своих планов и не намерены снижать темпы и объемы строительства. Я уверен, что лучшее лекарство от кризиса — это стройка», — сказал Сергей Собянин.

Компания «Мосинжпроект» победила в номинации «Лучший реализованный проект строительства объектов транспортной инфраструктуры» — станция метрополитена «Спартак» стала лучшим инфраструктурным объектом прошлого года.

ДОЛЕВЫЕ ЗАСТРОЙЩИКИ ПЕРЕХОДЯТ НА ЭЛЕКТРОННУЮ ФОРМУ ПОДАЧИ ОТЧЕТОВ

Застройщики, которые занимаются долевым строительством и привлекают средства граждан к возведению жилья, будут обязаны подавать ежеквартальную отчетность о своей деятельности в электронном виде начиная с третьего квартала 2015 года. По информации Москомстройинвеста, первые десять московских застройщиков уже воспользовались новой услугой. Сервис дает возможность предоставлять отчетность из любой точки мира через интернет. Это позволит сэкономить время и сократить финансовые затраты, связанные с предоставлением отчетности по сравнению с традиционной подачей документов через службу «Одного окна» или «Почту России».





Дорогие друзья!

Это профессиональный праздник более миллиона москвичей — рабочих и инженеров, проектировщиков и архитекторов. Вы успешно трудитесь на многочисленных строительных площадках столицы, в конструкторских бюро, вузах.

На протяжении последних пяти лет столичный стройкомплекс проделал огромную работу по реализации новой градостроительной политики Москвы.

За эти годы построено 36,6 миллиона квадратных метров недвижимости, в том числе 13,4 миллиона квадратных метров жилья. Открыто 164 детских сада, десятки школ, объектов здравоохранения, спорта и культуры, которые будут долго служить москвичам. Проложено 34 километра новых линий метро и свыше 400 километров дорог. Благодаря масштабной модернизации транспортной инфраструктуры повысились скорость и комфорт поездок на общественном транспорте, более свободным стало движение на городских магистралях.

Спасибо вам, дорогие друзья, за ваш талант, напряженную и плодотворную работу, которая помогает в достижении нашей главной цели — превращении Москвы в город, удобный для жизни.

*Из поздравительной телеграммы
мэра Москвы Сергея Собянина*



Уважаемые работники строительного комплекса, дорогие друзья!

Москва — привлекательный и дружелюбный мегаполис, жизнь людей в котором из года в год становится лучше и комфортнее. Это город-созидатель, стремительно развивающийся и растущий, и потому жизнь каждого из миллионов москвичей так или иначе связана со строительной сферой. Нет такого жителя, который никогда не ездил по дорогам города, не пользовался метрополитеном, не гулял по московским паркам и набережным. Большая часть богатейшей и сложнейшей инфраструктуры российской столицы построена руками московских строителей. И я хочу сердечно поздравить с Днем строителя всех, кто связывает себя с этой профессией — архитекторов, реставраторов, проектировщиков, работников промышленности строительных материалов, водителей и всех тех, кто трудится на ниве строительства, а также ветеранов отрасли, студентов профильных специальностей и, конечно же, всех жителей Москвы!

Представители стройкомплекса столицы заслуженно гордятся своими достижениями и успехами на благо родного города. Быть строителем — это призвание сердца, это во многом огромная ответственность, это благородный путь служения общему делу.

Политика Правительства Москвы неизменно направлена на повышение качества жизни горожан. Высокие требования к выполняемой работе, умение в сжатые сроки возвести технически сложные и часто уникальные объекты, жесткая дисциплина и самоотдача — вот что отличает работу московских строителей! Благодаря их самоотверженному труду, высокому профессионализму и неравнодушному подходу к делу в Москве возводятся сложнейшие транспортные развязки, тоннели и мосты, прокладываются новые линии и строятся новые станции метрополитена, новые комфортные жилые кварталы, объекты социальной инфраструктуры, уникальные спортивные сооружения, проводится комплексная реконструкция кварталов пятиэтажной застройки и реновация промышленно-коммунальных зон, реконструируются десятки километров автомагистралей, восстанавливаются и реставрируются памятники истории и культуры, реализуются многие другие градостроительные проекты.

Дорогие друзья! День строителя — это тот праздник, который уже давно вышел за рамки одной профессии, ведь его любят и отмечают не только строители, но и те, для кого мы строим, а это все жители Москвы — одного из лучших и красивейших городов мира. И это яркое доказательство того, что труд строителей востребован горожанами и так необходим нашей столице! В этот праздничный день хочу еще раз поблагодарить вас за ваш весомый вклад в общее развитие города и пожелать крепкого здоровья, счастья, мира, благополучия, удачи, новых интересных проектов и новых достижений на благо Москвы и москвичей.

*Заместитель Мэра Москвы в Правительстве Москвы
по вопросам градостроительной политики и строительства
М.Ш. Хуснуллин*



Уважаемые коллеги!

Поздравляю всех вас с нашим профессиональным праздником — Днем строителя!

Вот уже шесть десятилетий в нашей стране существует славная традиция — отмечать День строителя во второе воскресенье августа. Этот день давно стал всеобщим праздником, потому что наша профессия во все времена является одной из самых востребованных и по-настоящему нужных для людей. Благодаря гениям инженерной и строительной мысли мы сегодня любимся величием египетских пирамид, римского Колизея, индийского Тадж-Махала, храма Василия Блаженного и московского Кремля. Секреты строительного мастерства накапливались веками, они передаются из поколения в поколение, развивая науку и технику.

Немного найдется профессий, которые бы могли сравниться с нашей по широте творческой фантазии, разнообразию знаний и навыков, а также ответственности, которая лежит на каждом из нас. Куда бы мы ни пошли, на что бы мы ни посмотрели, нас окружают результаты труда строителя. Строитель — это профессия, устремленная в будущее, потому что именно мы создаем новый облик городов, делая их современными и комфортными для жизни миллионов сограждан.

Есть такая поговорка: «Москва веками строилась». На протяжении столетий в город стекались лучшие мастера, внося свой вклад в облик Москвы. В наши дни город активно развивается, по праву считаясь одним из самых динамично растущих мегаполисов мира. Столичные власти реализуют беспрецедентные по масштабам программы, которые призваны улучшить качество жизни горожан. Модернизация транспортной инфраструктуры, реновация промзон, программы развития «Большой Москвы», создание новых общественных пространств, строительство современных спортивных сооружений, реконструкция набережных главной водной артерии города — Москвы-реки — все эти задачи требуют от нас, столичных строителей, полной отдачи.

Понимая масштабность стоящих перед нами задач и ответственность перед москвичами, мы гордимся правом быть причастными к реализации программ, меняющих облик города, ставящих Москву в число самых передовых мегаполисов мира. Столичные строители приложат максимальные усилия к тому, чтобы превратить Москву в единое гармоничное пространство, комфортное для каждого горожанина.

От себя лично и от лица нашего коллектива поздравляю коллег с нашим профессиональным праздником — Днем строителя! Новых вам успехов, друзья, удачи и счастья!

*С уважением,
Константин Матвеев,
генеральный директор АО «Мосинжпроект»*

СТРОИТЕЛЯ 2015



МОСКВА ОТМЕТИЛА ДЕНЬ СТРОИТЕЛЯ

В субботу, 8 августа, московские строители отметили свой профессиональный праздник. Эпицентром праздничных мероприятий в этом году оказались «Лужники» — именно здесь прошла спартакиада, в которой приняли участие более 30 предприятий и учреждений строительной отрасли, состоялись день открытых дверей на реконструируемом стадионе «Лужники», коллегия Комплекса градостроительной политики и строительства и вручение наград победителям конкурса на лучший строительный проект.

«Весьма символично, что День строителя мы встречаем в «Лужниках», на самой большой спортивной стройке в России. Я уверен, что у московских строителей получится

один из самых лучших и современных стадионов в мире», — отметил мэр Москвы Сергей Собянин в приветственной речи на вручении наград победителям конкурса на лучший строительный проект. Мэр подчеркнул, что за последние годы в Москве было построено около 40 млн кв.м различной недвижимости, 250 школ и детских садов, 18 станций метро, а также порядка 400 км дорог. «Пока город строится, он живет. И чем активнее строится, тем сильнее бьется ритм жизни. Каждый новый квартал — детский сад, дорога или станция метро — это еще одна возможность для москвичей создать свой дом, растить детей, жить и работать в любимом комфортном городе», — заявил Собянин.



Строители подвели итоги первого полугодия

На коллегии Комплекса градостроительной политики и строительства заместитель мэра Москвы Марат Хуснуллин озвучил итоги строительства в Москве за прошедшие семь месяцев. «Несмотря на непростую экономическую ситуацию, нам удастся держать на высоком уровне строительство недвижимости. С начала года в Москве построено около 4,66 млн кв.м недвижимости, из них половину составляет жилье — 2 млн кв.м. По сравнению с аналогичным периодом прошлого года рост ввода жилья составил 11%, а в целом ввод недвижимости — на 12 тысяч кв.м больше. Это самый высокий показатель за последние пять лет за анализируемый период», — заявил глава Стройкомплекса. Он также подчеркнул, что около 50% от общего объема вводимой недвижимости строится на территориях промышленных зон и в «новой Москве». По итогам 2015 года в столице планируется построить 8,9 млн кв.м недвижимости, включая 3,4 млн кв.м жилья.

Кроме того, Марат Хуснуллин отметил положительную динамику строительства транспортной инфраструктуры: «За семь месяцев мы построили 43,5 км автодорог и 23 искусственных сооружения. В целом, в этом году мы вводим около 90 км дорог, 10 км выделенных полос и 50 заездных карманов для движения общественного транспорта на ре-

конструируемых вылетных магистралях, 26 искусственных сооружений и 12 пешеходных переходов».

Он добавил, что в городе ведется масштабное строительство метро и железной дороги. В работе находятся около 60 км линий и 35 станций метро. «Мы проводим серьезную координационную работу по выполнению поставленной задачи — завершению строительных работ в 2015 году и пуску движения на МКЖД в 2016 году. Завершена работа по половине остановочных пунктов, искусственные сооружения готовы на 77,5%, уложено 138 км путей, наполовину выполнены работы по опорам контактной сети», — сказал Хуснуллин.

Продолжается активное развитие присоединенных территорий. В «новой Москве» с начала года удалось построить 1,3 млн кв.м недвижимости: «В том числе в ТиНАО построено 900 тысяч кв.м жилья, порядка 300 тысяч кв.м объектов промышленного назначения, 4 ДОУ и 1 школа. Также сформированы условия для создания 13 тысяч рабочих мест», — подчеркнул заммэра. Всего в 2015 году в «новой Москве» будет введено 2,3 млн кв.м недвижимости, в том числе 1,6 млн кв.м жилья, 7 ДОУ, 3 школы и 1 поликлиника, создано 27 тысяч новых рабочих мест.



Лучшие проекты — для Москвы и москвичей

Долгожданным событием для столичных строителей стало подведение итогов ежегодного конкурса «Лучший реализованный проект года в области инвестиций и строительства», который проводится в Москве с 2000 года. Конкурс призван поощрить создателей лучших зданий и сооружений, а также привлечь внимание общественности и специалистов к использованию современных технологий в строительстве. За 15 лет своего существования конкурс стал значимым событием для всего инвестиционно-строительного сообщества Москвы: быть победителем или лауреатом этого состязания очень престижно.

«В эти непростые кризисные годы мы не будем менять своих планов и не намерены снижать темпы и объемы строительства. Я уверен, что лучшее лекарство от кризиса — это стройка», — заявил мэр Москвы Сергей Собянин на церемонии вручения наград. Глава города наградил победителей конкурса и представителей отрасли, удостоив их звания «Почетный строитель города Москвы».

Градоначальник отметил знаковые объекты, введенные в эксплуатацию в этом году. Среди них — океанариум на ВДНХ, ледовый дворец на ЗИЛе, Центральный детский магазин на Лубянке, технопарк «ФИЗТЕХ XXI» на Дмитровском шоссе. «Эти прекрасные здания строители подарили москвичам в 2015 году. Спасибо вам большое», — поблагодарил Собянин тружеников отрасли.

Лидером в номинации «Лучший реализованный проект строительства объектов транспортной инфраструктуры» стала станция «Спартак» Таганско-Краснопресненской линии московского метрополитена. Лучшим реализованным проектом строительства объектов учебно-образовательного и учебно-воспитательного назначения названо детское образовательное учреждение на ул. Перовская на востоке Москвы, а лучшим реализованным проектом строительства

лечебно-оздоровительных объектов признана городская поликлиника №45 (филиал поликлиники №108) на севере столицы. В номинации «Лучший реализованный проект строительства многоквартирных домов эконом-класса» победил дом в районе Хорошево-Мневники на северо-западе города (ул. Мневники, д. 23), лучшим реализованным проектом строительства многоквартирных домов повышенной комфортности стал жилой комплекс «Grand Deluxe на Плющихе». Лучшими реализованными проектами реставрации и приспособления объекта культурного наследия для современного использования признаны два объекта в центре Москвы — торговый комплекс «Детский мир» в Театральном проезде и городская усадьба «Дом Куракина» на ул. Новая Басманная.

Звание «Лучший реализованный проект строительства объектов спортивного назначения» получил стадион футбольного клуба «Спартак», лучшим проектом строительства офисных зданий и деловых центров признан бизнес-центр «Лотос». Лучшим реализованным проектом строительства гостиниц стал отель «Dedeman Park Измайлово». В качестве лучшего реализованного проекта строительства объектов коммунально-инженерной инфраструктуры лидировал проект строительства высоковольтной понижающей электроподстанции «Золотаревская». Сразу два победителя оказалось в номинации «Лучший реализованный проект строительства многофункциональных торговых центров и комплексов». Вьетнамский культурно-деловой центр «Ханой-Москва» на Ярославском шоссе и многофункциональный комплекс «Водный» на Головинском шоссе набрали равное количество голосов. В номинации «Лучший реализованный проект строительства малоэтажной застройки» победу одержал квартал «Южный» в мкр. Новые Ватулишки.



Москвичи побывали в «Лужниках»

В рамках Дня строителя на стадионе «Лужники» прошел день открытых дверей. В течение всего дня любой желающий мог посетить Большую спортивную арену и ознакомиться с ходом работ по реконструкции одной из самых известных стройплощадок Москвы. В целом на экскурсиях в этот день побывало порядка 7 тыс горожан и гостей столицы.

Первую экскурсию провел лично заместитель мэра Москвы по вопросам градостроительной политики и строительства Марат Хуснуллин. Работы на стадионе во время экскурсии не прекращались ни на минуту. Перед посещением стадиона все гости прошли инструктаж по безопасности и были обеспечены касками. «Мы очень рады, что люди смогли оценить масштабы реконструкции и своими глазами увидели, какую большую работу ведут строители», — подчеркнул глава Стройкомплекса. Хуснуллин рассказал

экскурсантам о том, какие работы уже выполнены, что делается сейчас и что еще предстоит сделать в рамках подготовки «Лужников» к приему матчей Чемпионата мира по футболу 2018 года.

По мнению главы Стройкомплекса, одним из факторов быстрой реконструкции Большой спортивной арены является организация работы вахтовым методом — здесь трудятся по 2 тысячи строителей в сутки, а всего в реконструкции задействованы 3,5 тысячи человек. К началу августа трибуны стадиона установлены на 90%, сооружаются козырек и ведется монтаж инженерной инфраструктуры. Благодаря такой организации труда к концу 2016 года на стадионе планируют завершить все строительно-монтажные работы. «Стадион по соотношению цена-качество станет лучшим в мире», — подчеркнул Хуснуллин.



Строитель — самая спортивная профессия

Спартакиада, посвященная Дню строителя, стала одним из самых ярких событий праздника, в ней приняли участие сотрудники более 30 различных строительных организаций, которые реализуют в Москве масштабные проекты по строительству и реконструкции объектов, а также структурных подразделений Стройкомплекса — департаментов строительства, градостроительной политики и развития новых территорий, Москомстройинвеста, Москомархитектуры, Мосгосстройнадзора и Москомэкспертизы, проектных и строительных организаций Москвы: Института Генплана, «АРКС», «Мосметростроя» и др.

«Объемы строительства в Москве — одни из самых больших в мире. И такие высокие темпы могут выдержать только очень здоровые люди, — заявил в своей приветственной речи заместитель мэра Москвы по вопросам градостроительной политики и строительства Марат Хус-

нуллин. — Здесь собрались лучшие представители Строительного комплекса. Здорово, что с нами и ветераны отрасли. Благодаря им был заложен фундамент Москвы в прямом смысле этого слова. Я хочу вам всем, коллеги, пожелать здоровья, терпения, ведь впереди нас ждет еще много работы. Спасибо всем за участие».

Соревнования проводились по шести видам спорта: канат, гиря, армрестлинг, мини-футбол, волейбол и дартс. Строители и члены их семей с большим энтузиазмом откликнулись на призыв поучаствовать в спортивном празднике, а хорошая погода благоприятствовала спортивному азарту и прекрасному настроению. В общем командном зачете в лидеры вышли ДСК-1, СУ-155 и Мосремстрой. По традиции помимо спортивных состязаний для участников и болельщиков спартакиады в «Лужниках» было организовано чаепитие с угощениями. ☺



ОТКРЫТ ПЕРВЫЙ КОРПУС ТЕХНОПАРКА МФТИ

26 мая в поселке Северный на северо-востоке Москвы открылся первый корпус будущего инновационного кластера «ФИЗТЕХ XXI». На церемонии открытия присутствовали премьер-министр РФ Дмитрий Медведев и мэр Москвы Сергей Собянин.

«Несколько лет назад мы по всей стране запустили проект по созданию технопарков. Технопарк в Москве — это завершающая фаза программы, теперь мы будем вкладываться в инфраструктуру технопарков», — рассказал Медведев.

Следует отметить, что возведение научного кластера на данной территории еще несколько лет назад вызвало бы перегрузку транспортной инфраструктуры. Сегодня эта проблема решается за счет развития метрополитена и дорожной сети в районе технопарка. «Практически завершена реконструкция Дмитровского шоссе, построена новая трасса Москва — Санкт-Петербург, ведется строительство новых станций метро на севере Москвы. Все это уже облегчило транспортную ситуацию и сделало территорию привлекательной для инвесторов», — пояснил Собянин.

Открытый административный корпус стал первым зданием технопарка в сфере высоких технологий Московского

физико-технического института (МФТИ). Корпус построен за 11 месяцев и состоит из семи прямоугольных блоков высотой от одного до семи этажей. На первом этаже здания расположатся: конференц-зал, пресс-центр, переговорные, два лекционных зала, столовая и спортзал. На втором этаже создадут бизнес-инкубаторы и зону рекреации. Офисы и административные помещения разместятся на третьем-седьмом этажах.

В 2016 году планируется приступить к возведению новых корпусов технопарка. Большая часть площадей технопарка уже зарезервирована резидентами, среди которых «Яндекс», Acronics, Acumatica и др. «Это якорный объект, за ним последует создание еще около 600 тысяч квадратных метров различных площадей. Территория будет развиваться комплексно», — подчеркнул мэр столицы. Также в Северном создадут городской парк, который позволит связать воедино всю эту территорию. 📍





ИНВЕСТИЦИОННО- ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ

Правительство Москвы реализует план антикризисных мер

Ильдар Валеев

В начале 2015 года Правительство Москвы разработало и утвердило План мероприятий для обеспечения устойчивого развития экономики и социальной стабильности города, или так называемый «антикризисный план», в котором обозначены основные направленные работы отраслей городского хозяйства, направленной на поддержку всей столичной экономики. Значительное место в нем отведено мерам по поддержанию успешного функционирования строительного сектора как одного из драйверов развития жилищной, коммерческой, социальной и транспортной инфраструктуры, повышения инвестиционной привлекательности Москвы.

За последние годы Москва добилась значительных результатов в сфере градостроительной политики. Как отмечает мэр города Сергей Собянин, по итогам 2014 года российская столица идет четвертой после Пекина, Шанхая и Токио по объему вводимой недвижимости; по объему вводимой офисной недвижимости — первой, по объему вводимой улично-дорожной сети — третьей. С 2010 года объем ввода недвижимости в Москве увеличился в 1,5 раза, а объем инвестиций в основной капитал — в 2 раза. Только за прошлый год в столице введено около 9 млн кв.м недвижимости, из них 3,2 млн кв.м — жилье. Строительные объемы и темпы ввода объектов в городе снижать не планируют, несмотря на сложившуюся непро-

стую финансово-экономическую ситуацию. Плановые показатели 2015 года остаются на уровне прошлого года, а результаты по итогам семи месяцев 2015 года во многом превосходят показатели предыдущих лет: в текущем году в Москве построено 4,66 млн кв.м недвижимости, из них 2 млн кв.м — жилье. (По сравнению с аналогичным периодом прошлого года рост ввода жилья составил 11%, в целом ввод недвижимости — на 12 тыс кв.м больше. Это самый высокий показатель за последние 5 лет за анализируемый период.) Всего в 2015 году планируется ввести в эксплуатацию 8,9 млн кв.м недвижимости, из них 3,4 млн кв.м жилья. Дальнейшее развитие рынка недвижимости и инвестиционного климата столицы — задача номер один для Стройкомплекса Москвы.

— Стройкомплекс в первом квартале 2015 года разработал, утвердил и приступил к реализации плана антикризисных мер, направленных на поддержание рынка недвижимости, в том числе инвесторского интереса к проектам, — отмечает заместитель мэра Москвы по вопросам градостроительной политики и строительства Марат Хуснуллин. — В антикризисном плане Комплекса градостроительной политики и строительства прописан ряд мероприятий, которые призваны максимально сгладить возможные последствия, связанные с непростой ситуацией в экономике.



АИП означает стабильность

Залогом стабильной работы строительного сектора Москвы является выполнение Адресной инвестиционной программы (АИП), уверены в руководстве города. В начале текущего года АИП утвердили со всеми корректировками. Согласно принятому документу, на ближайшие три года запланировано строительство и ввод почти 700 объектов общей стоимостью 1130 млрд рублей.

В приоритетах среди объектов АИП — развитие столичной дорожно-транспортной инфраструктуры, ведь именно она способна дать импульс к дальнейшему развитию городских территорий, привлечь в столицу новые инвестиции и обеспечить успешную реализацию уже начатых инвестиционных проектов. «АИП — это старт для развития инвестиций в Москве, — подчеркнул Хуснуллин. — У нас порядка 15% объектов строится за счет бюджета, 85% — это инвестиции. Там, куда мы приходим с метро, дорогами и социалкой, начинают появляться новые рабочие места и жилье с соответствующей инфраструктурой. Люди получают работу, платят налоги, и мы таким образом сохраняем социальную стабильность в городе».

Только до конца этого года, согласно АИП, планируется ввести 296 объектов общей стоимостью 375 млрд рублей. Среди знаковых объектов — порядка 4,5 км линий московского метрополитена, 4 станции и 2 электродепо (в том числе — ввод метро на территории «новой Москвы», это станции «Румянцево» и «Саларьево»), а также не менее 88 км дорог (из них 5,1 км — на присоединенных территориях). Возводится социальная инфраструктура: за семь месяцев этого года построены 8 ДОУ, 4 школы и 4 блока начальных классов, 9 объектов здравоохранения, 2 ФОКа. До конца

года планируется сдать еще 74 объекта соцсферы, в том числе и объекты культуры, среди которых знаковые для столицы театр «Геликон-опера», Музыкальное училище им. Гнесиных, музыкальная школа им. Танеева, театр Олега Табакова.

Развитие «новой Москвы» также является приоритетным направлением в работе Стройкомплекса и одним из важнейших в числе антикризисных мероприятий. Для того чтобы присоединенные территории развивались планомерно и сбалансированно, власти столицы разработали территориальные схемы Троицкого и Новомосковского округов (ТиНАО). В схемах прописаны основные векторы развития «новой Москвы», функциональное назначение того или иного района, области жилищного и офисного строительства, обозначены будущие транспортные коридоры — развитие метро, дорог и т.п. За первые месяцы 2015 года в ТиНАО провели публичные слушания по данным схемам. «Мы создали и утвердили основу будущего генерального плана новых территорий, развитие которых позволит нам не потерять инвестиции и одновременно избежать переуплотнения Москвы в старых границах», — отметил глава Стройкомплекса.

Власть и инвесторы: взаимовыручка

Немаловажной частью разработанных антикризисных мер являются мероприятия законодательного характера, направленные на стимулирование реализации инвестиционных проектов на территории города. Разработан ряд поправок в федеральное законодательство, внесены поправки в постановление столичного правительства.



Так, например, утверждены нормативные документы, позволяющие инвесторам и застройщикам получать рассрочку платежей за изменение цели предоставления земельного участка и вида разрешенного использования. Как пояснили в Москомстройинвесте, ранее рассрочка предоставлялась, если первоначальный платеж превышал 500 млн рублей. На сегодняшний момент это пороговое значение не действует, и рассрочка предоставляется вне зависимости от суммы платежа, но изменены ее условия. При сумме разового платежа до 100 млн рублей предложено установить рассрочку до года, от 100 до 500 млн рублей — до трех лет, если же сумма первоначального платежа превышает 500 млн рублей — на весь период строительства. Точно такой же порядок и для собственников земельных участков. Подобные новшества — большое подспорье для инвесторов, поскольку единовременный разовый платеж в 500 млн являлся неподъемным даже для крупных участников строительного рынка, не говоря о мелких застройщиках.

Как рассказал председатель Москомстройинвеста Константин Тимофеев, созданная несколько месяцев назад Комиссия по обеспечению устойчивого развития экономики и социальной стабильности в городе ведет активный диалог с представителями инвесторского сообщества. Совместно с Клубом инвесторов Москвы было проанализировано несколько десятков предложений девелоперских структур, также направленных на улучшение инвестиционного климата в столице. Благодаря этой работе выпущено постановление Правительства Москвы, направленное на снижение налогооблагаемой базы по налогу на прибыль для тех инвесторов, которые за свой счет в рамках коммерческих проектов строят дороги и социальные объекты, а затем безвозмездно передают их городу.

— Предложения Клуба инвесторов легли в основу проекта поправок в федеральное законодательство, которые позволят вовлекать земельные участки на производственно-коммунальных территориях в хозяйственный оборот, — говорит Тимофеев. — Совместно нами подготовлены предложения по оказанию поддержки ипотечному жилищному кредитованию.

Напомним, в рамках реализации антикризисных мер по поддержке строительной отрасли Правительством РФ было принято решение о субсидировании ипотечных ставок: в середине февраля на совещании у премьер-министра Дмитрия Медведева было принято решение о субсидировании ипотечных ставок по кредитам. Для этих целей выделено порядка 20 миллиардов рублей из федерального бюджета, что позволяет снизить ставку по ипотеке с 17-20% до 13% годовых. Благодаря этому рынок жилья заметно оживился. По предварительным данным, сегодня покупка первичного жилья в 70% случаев совершается с привлечением ипотечного кредита.

Помимо этого, Москомстройинвест вместе с инвесторами работает над мерами по стимулированию инвестиционной деятельности в части пересмотра ряда норм технического

регулирования и нормативов градостроительного проектирования и возможности создания многофункциональных центров для обслуживания юридических лиц в Росреестре.

В отдельных случаях власти Москвы готовы идти навстречу инвесторам в части смены функционала земельных участков по ранее одобренным градостроительным планам земельных участков. В случае обращения инвестора к Градостроительно-земельной комиссии (ГЗК) вид использования участка соответствующим решением может быть перепрофилирован с офисного строительства, спрос на которое падает, на жилищное — самый рентабельный вид недвижимости.

Одним из серьезных решений в сфере градостроительной политики Москвы стала подготовка новых нормативов по обеспечению парковочным пространством. В настоящее время в столице функционируют две основных зоны регулирования парковочного пространства, и действуют высокие нормативы по обеспеченности машиноместами, вне зависимости от вида использования земельного участка. И зачастую инвесторам приходилось строить обширные парковочные пространства, не востребованные на данной территории. В последние годы Москва реализует программы по повышению привлекательности общественного транспорта, и новые поправки в закон позволяют применять дифференцированный подход к определению парковочного пространства при том или ином строящемся объекте. Условно говоря, там, где есть общественный транспорт, будет строиться меньшее количество паркингов, а где общественного транспорта не хватает, нормативы по паркингам будут пересматриваться в сторону увеличения.

• • •

Эти и другие антикризисные меры в строительной отрасли позволяют удерживать высокий уровень инвестиционной привлекательности столицы, считают московские власти. За семь месяцев этого года на ГЗК приняты градостроительные решения, позволяющие строить в городе порядка 20 млн кв.м недвижимости. Кроме того, приняты решения об одобрении проектов планировки территории с потенциалом в 21 млн кв.м, утверждены 40 проектов планировки территорий (еще 360 — находятся в работе), выдано 2186 ГПЗУ на строительство объектов совокупной площадью 11,5 млн кв.м, выданы разрешения на строительство по объектам совокупной площадью почти 4 млн кв.м, что на 17% больше, чем за аналогичный период прошлого года. Эти цифры позволяют с оптимизмом смотреть в будущее: инвестиционный процесс в строительстве не останавливается, инвесторы по-прежнему заинтересованы в столичных проектах. ☺

ТЕМА НОМЕРА:
МОСКОВСКОМУ МЕТРО

800!

В этом году легендарное московское метро празднует свой 80-летний юбилей. Все эти десятилетия столичная подземка росла и развивалась в ритме города, став одним из символов и любимым общественным транспортом столицы. Журнал «Инженерные сооружения» поздравляет московский метрополитен с юбилеем и посвящает несколько материалов прошлому, настоящему и будущему самой красивой в мире подземки.

«ЛУЧШЕМУ МЕТРО В МИРЕ» ИСПОЛНИЛОСЬ 80!

Московский метрополитен: от первых идей до современных достижений

Елена Стрелкова

15 мая московский метрополитен отпраздновал 80-летний юбилей. с момента открытия первой очереди метро по настоящее время количество станций выросло в 15 раз, общая протяженность линий — в 30 раз, а число пассажиров, воспользовавшихся подземкой, превысило 145 млрд человек. Сегодня московский метрополитен — это не просто основной вид городского транспорта. Это визитная карточка нашей столицы, гордость москвичей, неотъемлемая часть богатого архитектурного наследия России — 44 станции московского метро признаны памятниками архитектуры.

Метро продолжает активно расти и развиваться: появляются новые технологии проектирования и строительства, современные материалы, совершенствуются способы производства работ, с каждым годом возрастают темпы и объемы строительства. Усилия метростроителей направлены на решение важной и ответственной задачи, поставленной перед ними московскими властями, — к 2020 году обеспечить более 90% жителей сто-

лицы станциями метро в шаговой доступности, связать «новую Москву» и ближайшее Подмосковье с центром столицы.

Первые шаги под землей

Идеи по созданию линии подземного транспорта в Москве звучали еще в 70-х годах XIX века. Однако окончательное решение о строительстве метрополитена было принято только в июне 1931 года, когда назрела реальная необходимость в разгрузке действующих трамвайных линий и нормализации транспортной ситуации в городе в целом. В том же году началось строительство первого опытного участка подземки. С этого момента метрострой стал «важнейшей государственной стройкой всеобщего значения».

Строительство первой очереди метро явилось серьезной кузницей кадров и своего рода «опытным поли-

Генеральный план развития
и реконструкции города Москвы,
1935



гоном» для изучения сложных московских грунтов и апробации различных методов подземного строительства. Так, в 1934 году на участке глубокого заложения от «Охотного Ряда» до «Площади Дзержинского» («Лубянки») впервые применили проходческий щит. Опыт оказался успешным, и на строительстве второй очереди метро работало уже 42 щита.

Московский метрополитен открыл свои двери для пассажиров 15 мая 1935 года. Первая очередь — от станции «Сокольники» до станции «Парк культуры» с ответвлением на «Смоленскую» — составила 11,2 км путей, 13 станций, 14 поездов. Объекты метро первой очереди сооружались открытым способом преимущественно на мелком заложении.

нии. Маршрут первой ветки выбрали, изучив пассажиропотоки городского трамвая.

Вторая очередь метрополитена общей протяженностью 20,2 км, в состав которой вошли участок Арбатско-Покровской линии, продленный до Киевского и Курского вокзалов, и участок Горьковской (Замоскворецкой) линии от станции «Площадь Свердлова» («Театральная») до станции «Сокол», открылась в 1937-1938 годах. Несмотря на то что новые линии строились ударными темпами, их отличали серьезно проработанные конструктивные решения, учитывающие особенности гидрогеологической обстановки в Москве, и разнообразное архитектурное оформление.

Советские архитекторы, работавшие над обликом станций, столкнулись с довольно сложной и нетипичной для того времени задачей: требовалось отойти от понимания станций как однотипных подземных помещений и создать легкое светлое пространство, не давящее массивностью конструкций на человека и создающее «ощущение праздника, процветания, торжества прогресса». Так, «жемчужиной» второй очереди по праву считается «Маяковская» — первая в мире колонная станция глубокого заложения, оформленная архитектором Алексеем Душкиным. Ее изящные арки, облицованные гранитом и сталью, как бы раздвигают пространство, делают станцию светлее, просторнее. Ниши центрального свода зала украшены мозаичными панно (художник — Александр Дейнека), красочными, но лаконичными.



Агитационный плакат.
Иван Таранов, 1934

Освоение подземного пространства Москвы давалось с большим трудом, остро ощущалась нехватка опытных специалистов, именно архитектура первых очередей метро характеризуется разнообразием объемно-пространственных, цветовых и композиционных решений, преобразивших столичное «подземелье».

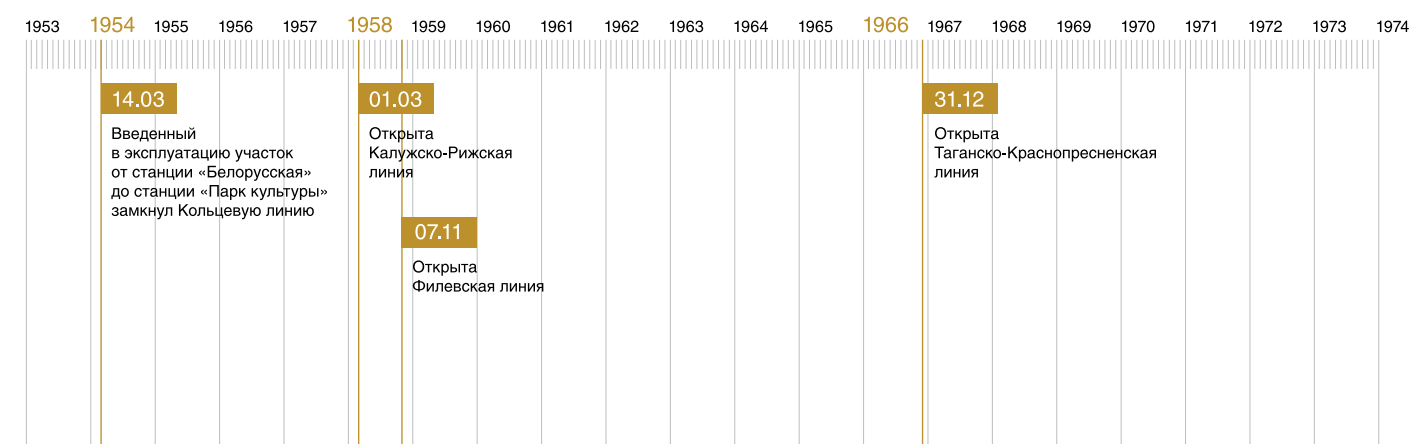
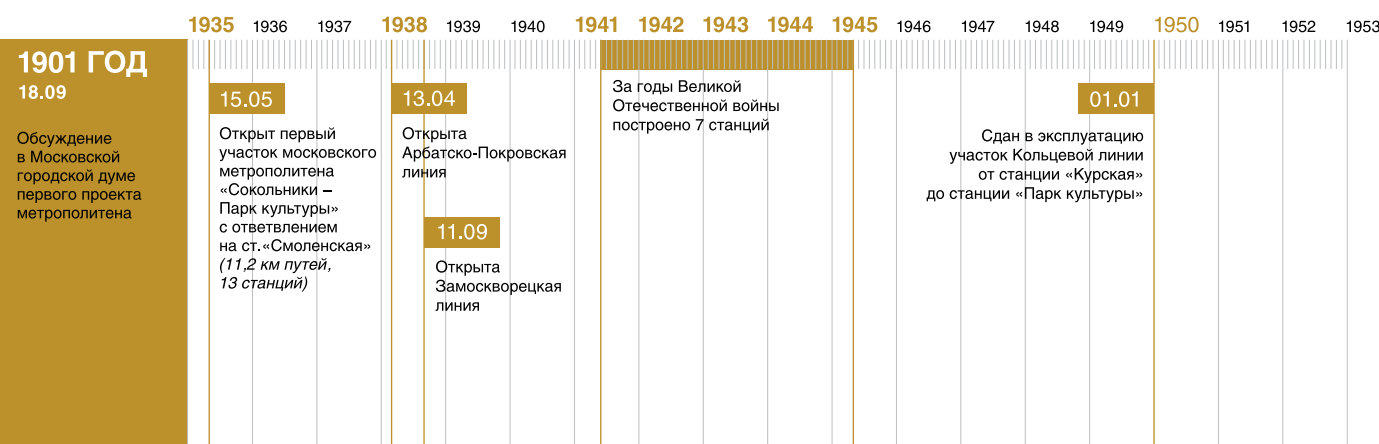
Третья очередь метро давалась метростроителям особенно тяжело: многие мужчины ушли на фронт, остро не хватало рабочих рук, сказывались перебои в поставках материалов и оборудования. Так, например, война сыграла значительную роль в судьбе станций «Павелецкая» и «Новокузнецкая».

Первоначальный проект «Павелецкой» напоминал «Маяковскую», а оформление станции подчинялось теме «Донбасс — всесоюзная кочегарка». Созданием тематических мозаик по эскизам Александра Дейнеки занимался в блокадном Ленинграде художник Владимир Фролов. Уже в 1942 году мозаичные панно были доставлены в Москву, но металлоконструкции для станции находились во временно оккупированном Днепропетровске. Инженерам пришлось оперативно вносить изменения в проект строящейся станции, убрав из него центральный зал с пилонными конструкциями. Временный вариант оформления станции заканчивали в спешке, всего за несколько дней. Однако и его реализовать не удалось. Залы наскоро подшили цементными щитами, а готовые мозаики разместили на станции «Новокузнецкая». В годы войны не останавливалось и проектирование — в 1943 году было принято решение о строительстве кольцевой линии с целью разгрузки центрального пересадочного узла.

На удивление всему миру

«Главная стройка страны» на протяжении всей своей истории останавливалась всего на год — во время Великой Отечественной войны. Уже в мае 1942-го, когда исчезла реальная опасность захвата столицы вражескими войсками, строительство третьей очереди метрополитена, начатое еще в 1940-м, возобновили.

В военные годы построены два участка метрополитена: в январе 1943 года пущен участок «Площадь Свердлова» — «Завод имени Сталина» («Автозаводская»). Причем на этом отрезке тоннель был проложен под Москвой-рекой. Станции «Новокузнецкая» и «Павелецкая» были сданы к концу года, а в январе 1944 года введен Покровский радиус от станции «Курская» до станции «Измайловский парк» («Партизанская»).





Метрополитен. Станция «Киевская».
Вход в перронный зал

В ногу со временем

Сразу после войны началось активное строительство Кольцевой линии метрополитена, которую изначально планировалось проложить ровно под Садовым кольцом. Однако позже было принято решение отступить от намеченной трассы на полтора километра, чтобы подвести метро к семи из девяти московских вокзалов. Это решение стало большим прорывом в развитии столичной транспортной инфраструктуры. Строительство «кольца» полностью завершили уже в 1954 году.

Горький опыт военных лет и нарастающее давление «холодной войны» заставили руководство города задуматься о строительстве глубокой части Арбатско-Покровской линии, станции которой должны были послужить укрытием для горожан в случае ядерной войны. Новый участок «Площадь Революции» — «Киевская», построенный в 1953 году, полностью дублировал старый участок мелкого заложения, который на время закрыли, а затем открыли уже в составе Филевской линии.

В послевоенный период архитекторами, проектировавшими московский метрополитен, завладела тема победы, триумфа, которая нашла отражение в облике станций «Октябрьская», «Павелецкая» (кольцевая), «Таганская», «Комсомольская». Что касается стиливого направления,

то в это время в архитектуре метрополитена преобладал «сталинский ампи́р», насыщенный большим количеством декоративных элементов — витражей, узоров, инкрустаций, скульптурных элементов, богато украшенных люстр, изготовленных по индивидуальному заказу.

Однако уже в конце 50-х годов в истории строительства метрополитена наметился переход от дорогих индивидуальных проектов станций к более дешевым типовым конструкциям. Это было связано не только с необходимостью жесткой экономии, но и со значительным увеличением темпов строительства.

Кроме того, в 1950-60-е годы в Москве получила развитие концепция строительства отдельных радиусов, соединенных только с Кольцевой линией. Так построили Рижский, Калужский, Ждановский и Краснопресненский радиусы, которые только спустя несколько лет объединили в полноценные линии.

В последние десятилетия XX века московские градостроители начинают задумываться о назревающей необходимости обеспечения скоростным транспортом активно заселяющихся спальных районов, строительства линий метро к аэропортам, находящимся за пределами Москвы, появляются идеи создания в столице «легкого метро», монорельса. Однако большинство планов в то время так и не реализовали из-за сложной финансовой ситуации в стране.

1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995

30.12

Открыта станция «Шукинская» — 100-я станция московского метро

30.12

Открыт Калининский радиус Калининско-Солнцевской линии

08.11

Открыта Серпуховско-Тимирязевская линия

15.07

Открыта станция «Алтуфьево» — 150-я станция московского метро

К новым рекордам

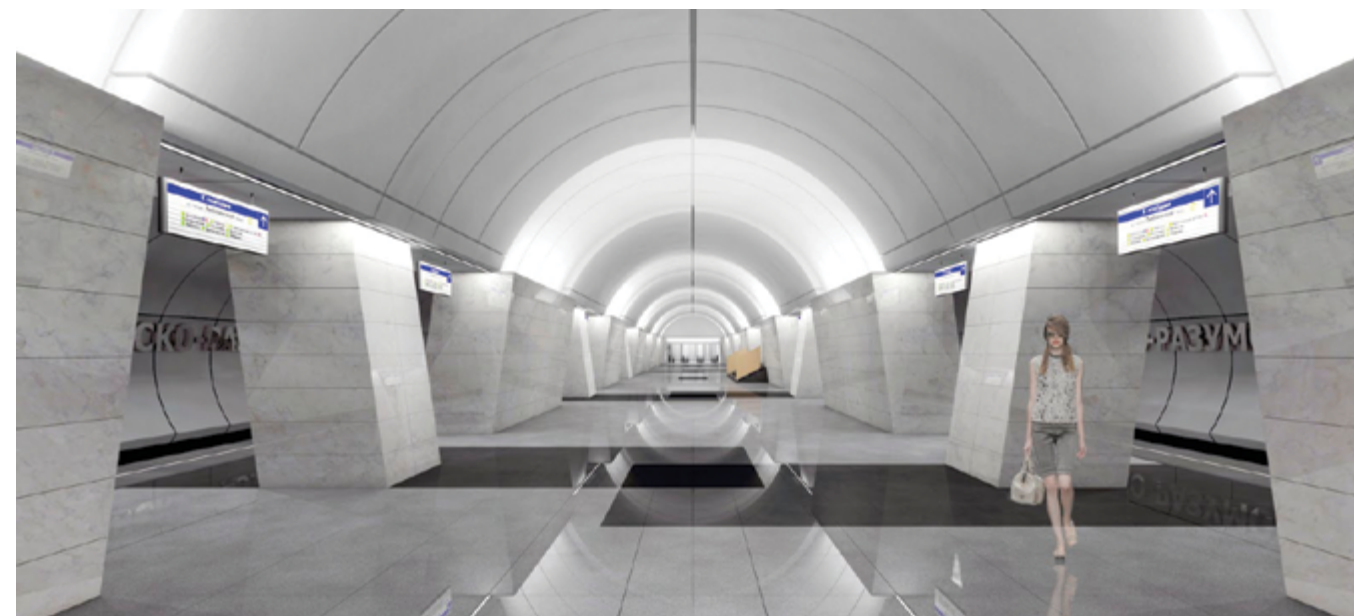
Сегодня в Москве развернута беспрецедентная программа развития метрополитена, рассчитанная до 2020 года, которая предполагает строительство 160 километров новых линий, 78 новых станций. А в перспективе, до 2035 года, намечено возведение еще более 200 км линий метро. В результате 93% жителей Москвы должны получить шаговый доступ к столичной подземке (то есть станции расположатся на расстоянии не более 1,5 км от жилых домов).

В настоящий момент работы по строительству метро одновременно ведутся на 150 площадках. На строительстве столичной подземки задействовано более 35 тысяч человек и 22 тоннелепроходческих комплекса. «За один только 2014 год удалось создать колоссальный задел для ввода новых объектов в ближайшие три года», — отмечает заместитель мэра Москвы по вопросам градостроительной политики и строительства Марат Хуснуллин. По его словам, в этом году будет сдано 4,5 км линий и 4 станции, пиковыми по вводу должны стать 2016-2018 годы, когда планируется сдавать по 20 км линий ежегодно.

Набранные темпы строительства метро в Москве стали возможны в том числе благодаря переходу к типовым конструктивным и технологическим решениям при проектировании станций. Однако это не означает, что современная архитектура метро стала безликой. Новые станции продолжают радовать жителей столицы своими архитектурными и цветовыми решениями.

Например, позитивное настроение пассажирам Таганско-Краснопресненской линии создают окрашенные в красно-оранжевые и желто-зеленые цвета станции «Жулебино» и «Лермонтовский проспект», открытые в 2013 году. Используемые в оформлении станций зеркала помогают как бы «раздвинуть» пространство, сделать конструкции более легкими, а абстрактная ломаная световая линия по потолку «Жулебино» и игра цветных треугольных экранов под сводом «Лермонтовского проспекта» вносят некоторую живость в интерьеры подземки.

Московский метрополитен на протяжении уже 80 лет держит марку комфортного, функционального и перспективного городского транспорта, от развития которого напрямую зависит жизнь одного из крупнейших мегаполисов мира. Московская подземка растет, сохраняя свой уникальный облик одного из самых красивых метрополитенов мира. 🌐



Проект 200-й станции московского метрополитена
«Петровско-Разумовская»

1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015

20.11

Открыта Каховская линия

29.12

Открыта Люблинско-Дмитровская линия

06.05

Открыта самая глубокая станция Москвы — «Парк Победы»

29.12

Открыта Бутовская линия легкого метро

07.01

Открыта станция «Строгино» Арбатско-Покровской линии — 175-я станция московского метро

05

Старт программы развития метрополитена в Москве до 2020 года

30.01

Открыт первый участок Солнцевского радиуса

12

Запланировано завершение строительства станции «Петровско-Разумовская» — 200-й станции московского метро

СТАНЦИИ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА, ПОСТРОЕННЫЕ В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

Третья очередь строительства метро началась в трудные годы Великой Отечественной войны. Не хватало чугуна, не хватало леса, крепить тоннели приходилось бутовым камнем на цементе. Не хватало техники, а самое главное — не хватало крепких мужских рук: большая часть метростроителей ушла на фронт, другие были заняты на строительстве военных и специальных объектов. В забоях работали женские бригады. На семи станциях, появившихся в военное время, установлены памятные надписи «Сооружено в дни Отечественной войны».

1 ЯНВАРЯ 1943 ГОДА



**ЗАВОД ИМЕНИ СТАЛИНА
(АВТОЗАВОДСКАЯ)**

Колонная трехпролетная станция мелкого заложения, спроектированная архитектором Алексеем Душкиным. В 2000 году станция признана объектом культурного наследия. Архитектура станции отличается лаконичностью и правильными геометрическими формами. Сам Душкин сравнивал конструкцию станции с пропорциональной архитектурой русских храмов.

Изюминкой художественного оформления стали смальтовые мозаичные панно, объединенные темой «Советский народ в годы Великой Отечественной войны». Мозаики выполнены в блокадном Ленинграде Владимиром Фроловым, работавшим над панно до последнего своего дня, и переправлены «Дорогой жизни» в Москву для монтажа на станции.

20 НОЯБРЯ 1943 ГОДА



ПАВЕЛЕЦКАЯ

Станция изначально построена пилонной двухсводчатой, позже перестроена в колонную трехсводчатую. Строительство началось еще в 1938 году, но своевременному окончанию помешала война. Не удалось воплотить и проект архитектурного оформления, изначально разработанный для станции. В результате интерьеры станции получились скромными, выполненными на скорую руку в режиме жесткого дефицита времени и материалов, а мозаики на тему «Донбасс», набранные для «Павелецкой», разместили на станции «Новокузнецкая».

20 НОЯБРЯ 1943 ГОДА



НОВОКУЗНЕЦКАЯ

Пилонная трехсводчатая станция глубокого заложения, построенная по проекту архитекторов Ивана Таранова и Надежды Быковой. Основной темой в декоративном оформлении станции также стала стойкость и борьба советских граждан в годы Великой Отечественной войны. Так, центральный зал «Новокузнецкой» украшен металлическими щитами в обрамлении знамен, на которых сделаны надписи, прославляющие защитников Ленинграда, Севастополя, Сталинграда, Одессы. Боковые залы оформлены аналогичными щитами с профилями великих русских полководцев. Свод станции обрамлен скульптурным фризом, изображающим группы солдат и офицеров Красной Армии, разделяемых орденами Великой Отечественной войны.

18 ЯНВАРЯ 1944 ГОДА



**СТАЛИНСКАЯ
(СЕМЕНОВСКАЯ)**

Трехсводчатая пилонная станция глубокого заложения, построенная по индивидуальному проекту. Имеет статус объекта культурного наследия. Оформление станции посвящено теме Советской Армии и оружия. Барельефы и бронзовые щиты с изображениями образцов советского оружия и портретов воинов украшают путевые стены станции. Свод центрального зала оформлен орнаментами, запечатлевшими станционные установки и т.д.

18 ЯНВАРЯ 1944 ГОДА



БАУМАНСКАЯ

Пилонная трехсводчатая станция глубокого заложения, построенная по типовому проекту. Архитектурно «Бауманская» оформлена без особых излишеств. Основным лейтмотивом в декоративном оформлении выбрали тему единства фронта и тыла в годы войны. В нишах центрального зала на пьедесталах установлены скульптуры бойца Советской Армии, партизана, работницы и колхозника авторства Вячеслава Андреева. Торцевую стену станции до 1963 года украшало мраморное панно с изображением знамен и профилей Сталина и Ленина, которое впоследствии заменили по идеологическим причинам на мозаику с портретом Ленина, смотрящего уже в другую сторону.

18 ЯНВАРЯ 1944 ГОДА



**ИЗМАЙЛОВСКИЙ
ПАРК КУЛЬТУРЫ
И ОТДЫХА
ИМЕНИ СТАЛИНА
(ПАРТИЗАНСКАЯ)**

Просторная колонная трехпролетная станция мелкого заложения, построенная открытым способом. Открыта 18 января 1944 года. Архитектурная отделка станции выполнена в рамках темы партизанского движения. Капители колонн станции украшены барельефами с изображением различных видов оружия. На двух ближайших к выходу колоннах установлены скульптуры Зои Космодемьянской и партизана Матвея Кузьмина. Скульптура Матвея Манисера.

15 МАЯ 1944 ГОДА



ЭЛЕКТРОЗАВОДСКАЯ

Пилонная трехсводчатая станция глубокого заложения, признанная памятником архитектурного наследия. В 1941 году тоннель на участке «Курская» — «Измайловская» был готов уже более чем на 70%, но строительство пришлось заморозить. Какое-то время недостроенный участок использовался как бомбоубежище.

В декоративном оформлении станции основной темой стал героический труд народа на фронте и в тылу. Пилоны центрального зала украшены мраморными горельефами, изображающими тружеников промышленного производства, транспортного и сельского хозяйства. В нише наземного павильона установлена скульптурная группа «Метростроители в забое».

МОСКОВСКОЕ МЕТРО: К НОВЫМ РЕКОРДАМ!

Перспективы метростроения в российской столице

Дарья Книгина

15 мая 2015 года исполнилось ровно 80 лет с тех пор, как в московское метро спустились первые пассажиры. Начавшись с одной линии в 11 километров, столичный метрополитен рос и развивался: сегодня в нем действует 12 линий общей протяженностью почти 330 км. И это не предел — четыре года назад в столице стартовала программа строительства метро, благодаря которой к 2020 году в московском метрополитене прибавится более 160 км линий метро и 78 новых станций.

— Московское метро — один из самых быстрых и надежных метрополитенов мира, а по уникальности оформления станций ему вообще нет равных, — говорит мэр Москвы Сергей Собянин. — Сегодня мы реализуем масштабную программу развития московского метро. Прокладывая стальные рельсы в жилые районы и центры деловой активности, обновляя подвижной состав, улучшая качество обслуживания пассажиров, город делает метро еще ближе и комфортнее для миллионов москвичей.

Современная подземка должна максимально соответствовать динамике роста мегаполиса, уверены в руководстве города. И задача на ближайшие годы — в полтора раза увеличить протяженность линий подземки.

— Это обеспечит шаговую доступность к самому быстрому, комфортному и популярному общественному транспорту Москвы для подавляющего числа горожан, — отмечает заместитель мэра Москвы по вопросам градостроительной политики и строительства Марат Хуснуллин. — Долгожданные станции получат жители районов Солнцево, Ховрино, Дегунино, Косино и Некрасовка, будет построено Второе кольцо подземки, что позволит разгрузить уже существующие пересадочные станции, оптимизировать трафик и сделать передвижение еще более быстрым и удобным для пассажиров. Метро даст новый толчок развитию и самих этих территорий, их более активному вовлечению в экономику города.

«Догнать» развитие города

Значение метрополитена для такого крупного мегаполиса, как Москва, переоценить невозможно — на долю метро приходится около половины всех пассажирских перевозок в городе, за сутки в подземку спускается до 9 млн человек, а за год — порядка 2,5 млрд. При этом по своим показателям — 327 км линий, 196 станций — московское метро отстает от показателей метрополитенов крупнейших мировых мегаполисов. В институте Генплана Москвы приводят следующие цифры для сравнения: в европейских мегаполисах — Лондоне, Париже и Берлине — протяженность линий условно сопоставима с московским метро — 408, 220 и 151 км соответственно, однако количество перевозимых пассажиров в год сравнительно меньше, чем в российской подземке: 1,2, 1,5 и 0,5 млрд человек соответственно.

Развиваясь по принципу радиально-кольцевой структуры города, московский метрополитен получил ряд связанных с этим проблем. Во-первых, перегруженные пассажиропотоком станции Кольцевой линии и внутри нее, куда пассажиры едут для того, чтобы пересесть на другую ветку. Согласно данным института Генплана Москвы, перегрузку испытывают порядка 47% линий метро в центре столицы. Во-вторых, загружены в часы пик и конечные станции радиальных линий: по утрам жители окраинных районов столицы и Подмоскovie перемещаются в центр города, вечером — обратная миграция. Третья проблема заключается в том, что метро присутствует далеко не во всех районах города. Вне транспортной доступности от метро (на расстоянии более 2-2,5 км) проживает около 2,5 млн человек — более 20% населения города. А значит, этим людям приходится пользоваться дополнительным транспортом, чтобы добраться до станции метрополитена — отсюда пробки на дорогах и увеличение времени, которое жители города тратят на одну поездку по городу.

— Увеличение мобильности населения в будущем неизбежно, возрастет и количество пассажирских перевозок, — отмечает руководитель научно-проектного объединения транспорта и дорог НИиПИ Генплана Москвы Игорь Бахирев. — По нашим подсчетам, метро будет перевозить до 3,5 млрд человек ежегодно. И поэтому Правительство Москвы уже сейчас предпринимает меры, чтобы «сдвинуть» эту проблему. Наше метро сегодня испытывает колоссальную нагрузку, при этом отстает по протяженности не только от мировых мегаполисов, но и от жилищного и офисного строительства 1990-2000-х годов в самой Москве. Необходимо наращивать протяженность линий — на сегодня московскому метро не хватает как минимум 150 км линий, чтобы «догнать» развитие города в целом и позволить пассажирам передвигаться на метро в более комфортных условиях.

4 мая 2012 года столичное правительство приняло судьбоносное для развития метрополитена и всего города Постановление №194-ПП «Об утверждении Перечня объектов перспективного строительства московского метрополитена в 2012-2020 гг.», согласно которому до 2020 года в столице планируется построить более 160 км линий метро и около 80 новых станций.

Первые результаты

Программа строительства московского метро на сегодня является одной из самых масштабных в мире и самой крупной для истории отечественного метростроения — такими темпами метро в Москве строилось разве что во времена всесоюзных строек СССР. На сегодняшний день построено и введено в эксплуатацию около 30 км новых линий метрополитена, 14 новых станций.

В столичной подземке достроен южный участок Люблинско-Дмитровской линии до «Зябликово», открыты станции «Новокосино» Калининской линии, «Алма-Атинская» Замоскворецкой линии и «Пятницкое шоссе» Абрамско-Покровской линии, построен участок Бутовской линии от «Старокачаловской» до «Битцевского парка» и Калининско-Солнцевской линии от «Делового центра» до «Парка Победы», заработал отрезок Таганско-Краснопресненской

Показатель протяженности перегруженных центральных линий и станций метро, который сегодня составляет примерно 47%, благодаря реализации программы строительства метро фактически будет ликвидирован, снизившись до 1%. Показатель населения, не обслуживаемого метрополитеном в транспортной доступности (не далее 2,5 км), снизится с 21 до 13%, а в зоне пешеходной доступности от метро (600-1200 м) будет жить девять из десяти москвичей. Средние затраты времени на комплексную поездку по городу с использованием метро снизятся с сегодняшних 64 до 55 минут, и это будут поездки более комфортные для пассажиров.



Руководитель научно-проектного объединения транспорта и дорог НИиПИ Генплана Москвы
Игорь БАХИРЕВ





ветки от «Выхино» до «Лермонтовского проспекта» и открылась станция «Спартак», которую заложили еще в 1970-е годы, а в конце 2014 года для пассажиров заработала станция «Тропарево» на юге Сокольнической линии.

В ближайшее время планируется открыть для пассажиров станцию «Котельники» на Таганско-Краснопресненской линии. Она станет завершением продления линии на юго-восток. Выходы со станции ведут как на территорию Москвы, так и в подмосковный город Котельники. До конца года, как ожидается, начнет действовать участок Сокольнической линии от «Тропарево» до «Саларьево». «Румянцево» и «Саларьево» станут первыми станциями метро, открытыми на территории «новой Москвы».

В свой юбилейный год столичная подземка ожидает окончания работ на двухсотой по счету станции метро. По предварительным данным, ею может стать «Петровско-Разумовская» на новом отрезке Люблинско-Дмитровской линии. В ближайшее время здесь должны достроить три станции, а всего на северном участке «салатовой» ветки запроектировано шесть станций — от «Марьиной Рощи» до «Селигерской» — с перспективой продления линии далее на север.

На Замоскворецкой линии планируется завершить строительство станции «Технопарк». Она будет обслуживать сотрудников и посетителей бизнес-центра «Нагатино-ЗИЛ» и разгрузит автомобильные магистрали в районе. Примечательно, что строительство станции ведется на действующем перегоне «зеленой» ветки, без остановки движения поездов. На Замоскворецкой линии появится еще одна станция — «Ховрино», она расположится на севере города и позволит облегчить транспортную ситуацию в районе пока что конечной станции «Речной вокзал».

В будущем году на юго-запад придет Калининско-Солнцевская линия — метро от «Парка Победы» пройдет через район Раменки и выйдет к Солнцево, а в дальнейшем протянется до Новопеределкино и Рассказовки. К 2020 году планируется связать строящийся Солнцевский радиус и действующую Калининскую линию — таким образом будет сформирована новая ветка метро, соединяющая восток и юго-запад Москвы.

На конец 2017 года запланирован ввод в эксплуатацию новой Кожуховской линии, которая пройдет из Некрасовки в центр города, частично дублируя Таганско-Краснопресненскую линию, и это позволит «снять» часть пассажиров с последней.

Кроме того, в настоящее время идет проектирование еще одной линии метро в «новую Москву» — до деревни Столбово. Предполагается, что ветка пройдет вдоль Калужского шоссе, на участке длиной 18 км возведут 8 станций: «Улица Новаторов», «Улица Академика Опарина», «Улица Генерала Тюленева», «Славянский мир», «Мамыри», «Коммунарка», «Столбово» и «Сосенки». В проекте строительства этой линии могут поучаствовать китайские коллеги — переговоры о возможном привлечении зарубежных метростроителей ведет Стройкомплекс Москвы.

Новое кольцо — новые перспективы

Самым крупным проектом программы «Метро-2020» является строительство Третьего пересадочного контура (ТПК), или Второго кольца московского метро. Новая кольцевая пересечет все радиальные линии и позволит пассажирам совершать пересадки, не заезжая в центр города и на сильно перегруженную действующую Кольцевую. По Второму кольцу быстрее будет передвигаться тем, кому надо доехать, скажем, до соседнего района. Например, путь от «Калужской» до «Севастопольской» сейчас занимает не менее 35 минут с двумя пересадками, а с появлением Второго кольца поездка по прямой займет не более 10 минут. Столько же понадобится на дорогу от «Сокольников» до «Электrozаводской» вместо нынешних 22 минут.

Протяженность нового кольца — около 60 км, работать целиком оно должно к 2020 году. Строительство ведется поэтапно, первый участок могут открыть уже в следующем году. Этот отрезок включает станции «Петровский парк», «Ходынское поле», «Хорошевская», «Шелепиха» и «Деловой центр». Если учесть, что на отрезке от «Делового центра» до «Парка Победы» уже более года работают поезда Солнцевского радиуса и что в 2016 году Калининско-Солнцевскую линию планируют запустить

Через пять лет 93% жителей Москвы получат метро в шаговой доступности. Сейчас этот показатель составляет только 80%. По прогнозам специалистов, население столицы продолжит расти и в дальнейшем, поэтому в период с 2020 по 2035 год нам предстоит построить еще свыше 200 километров метро — это колоссальные цифры и большой объем работ на перспективу. За один только 2014 год удалось создать колоссальный задел для ввода новых объектов в ближайшие три года. Москвичи, возможно, этого не видят, так как работы ведутся под землей, но мы проложили порядка 60 км тоннелей, ведем работы на 35 станциях и 6 депо.

Заместитель
мэра Москвы по вопросам
градостроительной политики
и строительства
Марат ХУСНУЛЛИН



до Солнцева, получится фактически целая новая линия подземки протяженностью порядка 30 км, соединяющая северные районы столицы и юго-западные.

Второе кольцо метрополитена строится с расчетом на запуск еще одной кольцевой — Малого кольца Московской железной дороги, которое станет альтернативным видом городского общественного транспорта с удобной инфраструктурой для пересадки на другие виды транспорта, в том числе метро, благодаря сети транспортно-пересадочных узлов. Вместе они образуют «восьмерку» на транспортной карте Москвы — кольцо метро пройдет ближе к действующей Кольцевой линии на севере города, на юге — на расстоянии до 10 км от нее, в то время как МКЖД, наоборот, располагается ближе к центру города на юге и дальше — на севере.

Стоит отметить, что программой «Метро-2020» развитие столичной подземки не ограничивается — в НИИПИ Генплана Москвы ведутся проработки различных вариантов дальнейшего строительства метро в столице — до 2035 года и далее. После формирования второй кольцевой линии внимание метростроителей переключится на создание вылетных линий на периферию — в Молжаниново, Химки, Мытищи, Балашиху и т.п. Сегодня при строительстве новой кольцевой проектируются поворотные съезды для новых веток метро. Сформировав такие «заделы», в будущем — в случае принятия соответствующих градостроительных решений — можно будет воспользоваться этими транспортными коридорами. В Стройкомплексе не исключают возможности строительства метро до Троицка, Рублево-Архангельского и аэропорта Внуково.

Стимул к развитию прилегающих территорий

Строительство новых станций метро в районах, где ранее подземки не было, позволяет градостроителям решать сразу несколько задач. За счет близости метро снижается количество автомобильного и общественного транспорта в районе — соответственно, уменьшаются пробки на дорогах и улучшается экология местности. За счет улучшения транспортной доступности увеличивается спрос на квартиры, расположенные вблизи станции метро, — хорошая транспортная доступность актуальна для жителей, совершающих ежедневные поездки по городу. Девелоперы фиксируют рост стоимости квартир с появлением метрополитена в среднем на 15-25%.

Такой критерий, как хорошая транспортная доступность, становится ключевым при выборе жилья, особенно в массовом сегменте, считают эксперты. Как отмечает Мария Литинецкая, генеральный директор компании «Метриум Групп», роста цен можно ожидать на очевидной стадии активных строительных работ, когда прогресс уже ви-

ден и понятны сроки ввода. «Как только до открытия станции остается 1-1,5 года, начинается самый активный рост цен на недвижимость в данной локации на 15-20%, в частности, в новостройках массового сегмента (и в меньшей степени в проектах бизнес-сегмента). Так, после открытия новых станций метро стоимость квадратного метра в жилых комплексах «Новая Пресня» («Шелепиха», 2015 г.), «Некрасовка» и «Некрасовка Парк» («Некрасовка», 2015 г.) увеличится несущественно, так как основной рост цен уже произошел. При этом ценник квартир в ЖК «О7» («Аминьевское шоссе», 2017 г.) и ЖК «Ривер Парк» («Нагатинский затон», 2019 г.), вероятно, увеличится на 15-25%», — приводит примеры девелопер.

«Открытие метро в том районе, где раньше не было подземки, как правило, прибавляет 10-15% к стоимости недвижимости на локальном рынке», — подтверждает слова коллеги генеральный директор компании ООО «Ривер Парк» Лариса Швецова. Объект, возводимый компанией, находится вблизи будущей станции «Нагатинский затон» Второго кольца метро. «Сейчас цены в нашем проекте пока еще остаются на доступном уровне, однако не стоит забывать, что комплекс находится в стадии строительства. Соответственно, динамика повышения стоимости квартир будет гораздо выше», — отмечает спикер. Эксперты уверены: большинство покупателей объектов недвижимости массового сегмента обращают пристальное внимание на наличие станции метро в непосредственной близости от жилого комплекса, особенно если новостройка распола-

Существует прямая зависимость стоимости квадратного метра от близости дома к метро — чем ближе к станции находится жилье, тем дороже оно стоит. Разница в цене между жилым комплексом, расположенным рядом с существующей станцией, и домом, удаленным от нее, составляет порядка 15%. В первую очередь жилье, расположенное в относительной близости от метро, популярно в массовом сегменте, ведь метро обеспечивает мобильность и комфортность тех, кто ежедневно ездит на работу или учебу в другие районы столицы или области.



Генеральный директор
компании «Метриум Групп»
Мария ЛИТИНЕЦКАЯ



гаются далеко от центра или в районах, отличающихся высокой загруженностью транспортных магистралей. Немаловажным преимуществом является также сопутствующая инфраструктура, как правило, развивающаяся вблизи станции метро — магазины, торгово-развлекательные центры, рестораны и социальные объекты, которыми пользуется большое количество людей.

За счет улучшения транспортной доступности увеличивается инвестиционная привлекательность района, в котором располагается метро, а также всего города. «Куда мы приводим метро, туда приходят инвестиции, — не раз подчеркивал заммэра Москвы Марат Хуснуллин. — Пришло метро в Саларьево — и сразу объявились инвесторы с заявками на право разрешения строительства вокруг станции. Хотя раньше это была депрессивная территория». А с началом реализации проекта по строительству станции «Румянцево» здесь появился крупный офисно-деловой центр на 30 тысяч рабочих мест. За счет таких проектов деловая активность столицы постепенно сдвигается на периферию, ослабляя интенсивность транспортных и пассажирских потоков в центре города.

В крупных городах с высокой численностью населения развитие подземной транспортной инфраструктуры является важнейшим условием территориального развития и обеспечения комфортных и безопасных условий проживания горожан. При этом, как показывает мировая практика, строительство метрополитена позволяет не только эффективно решать транспортные и социальные проблемы мегаполисов, но и создает необходимые предпосылки для комплексного освоения подземного пространства. Подземное пространство, прилегающее к станциям метрополитена, должно включать в себя все необходимые зоны общественного пользования — транспортные пересадочные узлы, пешеходные галереи, торгово-развлекательные центры, зоны отдыха, культурные и спортивные сооружения.

Генеральный директор
Объединения подземных
строителей и проектировщиков,
член Совета директоров от Европы
Объединения исследовательских
центров подземного пространства
мегаполисов (ACUUS)
Сергей АЛПАТОВ



ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ МОСКОВСКОГО МЕТРО ДО 2035 ГОДА

ПРОТЯЖЕННОСТЬ ЛИНИЙ:



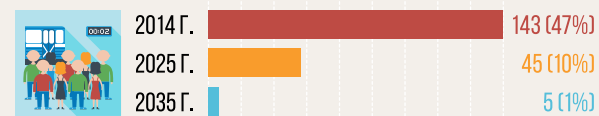
КОЛИЧЕСТВО СТАНЦИЙ:



ОБЪЕМ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК В ГОД (МЛРД ЧЕЛ.):



ПЕРЕГРУЖЕННЫЕ И РАБОТАЮЩИЕ НА ПРЕДЕЛЕ ПРОВОЗНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИНИИ (КМ/%):



НАСЕЛЕНИЕ, ПРОЖИВАЮЩЕЕ В ЗОНЕ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ ОТ МЕТРО — НА РАССТОЯНИИ НЕ БОЛЕЕ 2,5 КМ (МЛН ЧЕЛ./% ОТ ОБЩЕГО НАСЕЛЕНИЯ):



СТАНЦИИ, ПРИСПОСОБЛЕННЫЕ ДЛЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРАЖДАН (% ОТ ОБЩЕГО КОЛИЧЕСТВА)



КОЛИЧЕСТВО ЭЛЕКТРОДЕПО:



Источник: НИИПИ Генплана Москвы

Отдельным проектом в улучшении транспортной инфраструктуры города станет строительство сети транспортно-пересадочных узлов. Они формируются, в том числе, на базе станций метрополитена и позволят соединить различные виды транспорта — метро, железную дорогу, общественный наземный и личный — в единую структуру, что обеспечит большой комфорт пассажиров при пересадке с одного транспорта на другой.

Инжиниринговый подход

Сегодня работы по строительству московского метро развернуты более чем на 150 стройплощадках, на которых трудятся более 35 тысяч человек, работает 22 тоннелепроходческих щита. По 5-7 километров путей метрополитена в год вводилось в столице в последние годы, а начиная с 2017-го этот показатель должен достигнуть 20 километров. За прошедший 2014 год удалось не только ввести в эксплуатацию новые линии и станции, но и выйти на рекордные показатели по общему объему строительных работ — так, на сегодняшний день на различных стадиях строительства находится порядка 60 км линий.

Для того чтобы реализовать столь масштабную программу строительства метро, к работе привлечены лучшие российские специалисты, используются передовые отечественные технологии, а также опыт зарубежных коллег — например, на проектах Кожуховской линии и Второго кольца метро заняты испанские проектировщики.

Для упрощения и ускорения процесса метростроения в Москве столичными властями было принято решение сконцентрировать координацию программы развития метро в едином центре — управляющей компанией по строительству метро выбрано АО «Мосинжпроект», 100% акций которого принадлежит городу.

Под контролем единого оператора проводится комплексная работа над проектами метро — изыскание, освобождение площадок, проектирование, закупки оборудования и материалов, строительство и пуск в эксплуатацию — «Мосинжпроект» сдает объекты под ключ. Благодаря этому за последние годы на строительстве метро городу удалось добиться экономии в среднем на 25-30% (для сравнения: этих средств хватит, чтобы построить около 40 км новых линий метро). Стоимость снижается, в том числе, благодаря большим объемам закупок, ликвидации цепи посредников между подрядчиками и субподрядчиками, внедрению типовых проектов станций метро и т.д.

— Реализуя программу строительства объектов метрополитена, «Мосинжпроект» осуществляет управление и координацию всех строительных работ, отвечает за сроки, стоимость и качество работ и несет всю полноту ответственности за возможные риски, — отмечает генеральный директор АО «Мосинжпроект» Константин Матвеев. — Будучи компанией, на 100% принадлежащей Москве,

«Мосинжпроект» напрямую заинтересован в ускорении строительства метро и снижении стоимости строительных работ, и каждый сэкономленный рубль возвращается в бюджет города и идет на решение социально значимых задач. Являясь крупнейшей инжиниринговой компанией, мы стремимся к оптимизации технологий управления большими проектами. Уверен, накопленный нами опыт и в дальнейшем будет востребован как в столице, так и других городах России.

В компетенцию «Мосинжпроекта» также отведена реализация ряда проектов по строительству транспортно-пересадочных узлов на базе станций метрополитена.

— Вопрос организации строительства метро и развития территорий вокруг него требует единого координирующего центра, — говорит заместитель мэра Марат Хуснуллин. — Необходимо построить метро — раз, необходимо построить транспортно-пересадочный узел — два. Необходимо, как минимум, спроектировать всю инфраструктуру вокруг в радиусе пешей доступности — три. При этом у всех участков, на которых будет вестись строительство, могут быть разные владельцы. В таких масштабных инвестиционных проектах должен быть один главный оператор, который будет учитывать интересы всех вовлеченных структур.

Принимать участие в строительстве московского метрополитена — огромная честь и для «Мосинжпроекта», и, я уверен, для подрядных организаций, благодаря которым возводится столичная подземка. Метро — один из символов Москвы, гордость нашего города и всей России. И мы готовы приложить максимум усилий для того, чтобы сделать столичное метро еще комфортнее для пассажиров и при этом сохранить облик самого красивого метрополитена в мире, каким московское метро было и остается на протяжении всех 80 лет своего существования.

Генеральный директор
АО «Мосинжпроект»
Константин МАТВЕЕВ



АНДРЕЙ БОЧКАРЕВ: «СТРОИТЕЛЬСТВО МЕТРО — ПРИОРИТЕТ БЛИЖАЙШЕЙ ПЯТИЛЕТКИ»

В юбилейный для московского метрополитена год город продолжает масштабную программу строительства метро. Власти не намерены сокращать объемы инвестиций в развитие транспортной инфраструктуры, приоритет остается прежним — современный общественный транспорт. В первую очередь под ним подразумевается метро как оптимальный вид транспорта для мегаполиса. Глава Департамента строительства Москвы Андрей Бочкарев рассказал «Инженерным сооружениям» о перспективах развития столичной подземки.

Ольга Суруп





› Андрей Юрьевич, как вы оцениваете программу «Метро-2020»? Каких основных успехов удалось добиться в сфере метро-строения, что позволило увеличить темпы по сравнению с периодом до принятия этой программы?

Как известно, программа по расширению сети московского метрополитена принята и реализуется для обеспечения транспортного обслуживания жителей и гостей столицы — это является стратегической задачей Правительства Москвы. В настоящий момент темп строительства объектов метро высок. За последние четыре года построено и введено в эксплуатацию 29,5 км новых линий метро, открыто 14 новых станций.

В целом за период с 2011 по 2020 гг. общий объем строительства должен достигнуть показателей более 150 километров и более 70 станций. При этом уже намечен задел на период 2020-2025 гг., это порядка 30 километров линий, что в совокупности с вышеприведенным километражем суммарно составит 183 километра и 85 станций.

Пешая доступность метро для каждого москвича — одна из основных целей программы развития московского метрополитена. Если говорить языком цифр, то на момент старта программы 20% горожан не имели пешего доступа к метро. По окончании реализации программы этот показатель не превысит 7%.

› Какие преимущества дает использование компании «Мосинжпроект» в качестве единого оператора строительства метро в Москве? Подобный подход был применен при строительстве метро в разных мегаполисах мира. Имеет ли успех аналогичная инженеринговая схема в Москве?

В целях эффективного расходования бюджетных средств Правительство Москвы наделило функцией технического заказчика строительства объектов метрополитена АО «Мосинжпроект», на 100% принадлежащее городу Москве (для сравнения: до 2011 года проектирование осуществлялось частными компаниями, акционерами которых являлись в том числе иностранные граждане).

Организация единой структурированной системы управления процессом строительства во главе с АО «Мосинжпроект», которое объединяет проектные и подрядные организации,

поставщиков и осуществляет строительный контроль, позволила наладить эффективную схему управления строительными и иными сопутствующими процессами, оперативно решать возникающие вопросы и отслеживать ход работ как в целом, так и на уровне конкретной строительной организации или объекта.

› Отразится ли непростая экономическая ситуация на строительстве объектов метрополитена в Москве — сроках сдачи и качестве сдаваемых объектов? Насколько столичный метрострой зависит от импортных материалов и колебания валютного курса?

Прежде всего, хотелось бы заметить, что финансирование всех объектов строительства метрополитена ведется в полном объеме. Метрополитен в Москве — это традиционно основа транспортной системы столицы, и от его развития напрямую зависят и комфортность жизни горожан, и экономические успехи города. Так что программа строительства метрополитена для нас — приоритетный вопрос на ближайшие годы.

Что касается вопросов импортозамещения, то в настоящее время доля импортного строительного оборудования в структуре закупок применительно к строительству метрополитена составляет около 40%. Совместная работа технического заказчика АО «Мосинжпроект» и служб ГУП «Московский метрополитен» по разработке типовых проектных решений при реализации программы развития метро позволит рассчитывать на снижение импортозависимости к концу 2015 года до уровня 10-15%. Часть оборудования имеет небольшую долю импортных комплектующих: например, оборудование тягово-понижительных подстанций и тяговой сети.

Отдельное оборудование в настоящее время не имеет отечественных аналогов. Это, к примеру, крупные и высокоточные станки, подпольные домкратные установки. Также в соответствии с проектной документацией в инженерных системах и системах безопасности московского метрополитена предусматривается применение радиооборудования, видеопанелей, видеокамер, коммутационного оборудования, систем хранения данных, которые производятся только за рубежом. При проектировании новых линий будет максимально предусматриваться использование продукции и материалов российского производства.



› Какие станции планируется сдать в этом году? Сколько тоннелепроходческих щитов работает сейчас в подземном пространстве столицы, какое количество строителей задействовано?

До конца 2015 года в столичном метро запланировано построить 4,5 километра линий, 4 станции, включая первый участок метро на новых территориях Москвы — станции «Румянцево» и «Саларьево», станцию «Котельники» в Московской области и «Технопарк» на Замоскворецкой линии. В строительстве объектов метрополитена задействовано колоссальное количество служб, более 30 тысяч специалистов и рабочих, 22 тоннелепроходческих щита и множество другой техники.

› Многие эксперты связывают радикальные перемены в перераспределении пассажиропотока и снижении нагрузки на центр города с введением в строй двух новых колец — Третьего пересадочного контура (Второго кольца метро) и так называемого «легкого метро» — МКЖД. Как продвигается работа по этим проектам, с какими трудностями приходится сталкиваться в ходе их реализации?

Строительство ТПК является неотъемлемой и основной частью реализации программы метростроения города Москвы. Участок от станции «Деловой центр» до станции «Нижняя Масловка» находится в активной стадии строительства:

более 50% основных строительного-монтажных работ на нем уже выполнено. На остальных участках ТПК в настоящий момент активно ведется проектирование, и в этом году планируется начать подготовку строительных площадок для проведения основных строительного-монтажных работ (вынос инженерных коммуникаций, освобождение от прав собственности третьих лиц).

На ТПК мы реализуем новую для Москвы концепцию проектирования и строительства метро, которая заключается в том, что на некоторых участках кольца будут использованы двухпутные тоннели, когда два поезда ходят в одном тоннеле, а платформы на станциях расположены по бокам, а не в центре. Эта компоновка отличается от той, что годами применялась в строительстве отечественного метрополитена. У данной концепции есть ряд преимуществ, но есть и свои нюансы, которые можно назвать трудностями, однако они отрабатываются уже на стадии проектирования. Кроме этого, ТПК в нескольких местах пересекает Москва-реку, что тоже предполагает дополнительные мероприятия.

Что касается МЖД, то в первую очередь необходимо внести ясность в используемую терминологию: Малое кольцо Московской железной дороги (или МКЖД) — это не «легкое метро», а независимый проект, который связан с сетью метрополитена постольку, поскольку предусматривает строительство транспортно-пересадочных узлов.

Связь метро и МЖД предусмотрена в рамках 17 ТПУ. В настоящее время активно ведутся строительные работы по ТПУ «Лужники». В данном ТПУ будет обеспечиваться



пересадка пассажиров между станцией «Спортивная» Сокольнической линии и остановочным пунктом МКЖД «Лужники». Работы по строительству прочих ТПУ на МКЖД ведутся по плану (ввод запланирован на 2016 год).

В марте текущего года ОАО «МКЖД» подвело итоги конкурса на право заключения договора на выполнение работ по проектированию, строительству и вводу в эксплуатацию технологических объектов ТПУ ОАО «МКЖД» на Малом кольце Московской железной дороги «под ключ». Победителем было признано ОАО «РЖДстрой».

› Какие объекты метро из строящихся сейчас наиболее сложны и интересны с точки зрения условий строительства, применяемых инженерных и конструктивных решений?

Безусловно, самые сложные и интересные объекты — это линии и станции глубокого заложения — Люблинско-Дмитровская линия, а также проектируемые станции «Волхонка» и «Плющиха» Калининско-Солнцевской линии.

Все площадки находятся в крайне стесненных условиях. Так, в ходе работ по участку Люблинско-Дмитровской линии от станции «Марьино Роща» до станции «Петровско-Разумовская» проектировщикам и строителям пришлось столкнуться с интересными задачами, обусловленными объективно сложными геологическими условиями. Имеется еще ряд усложняющих факторов по данной линии. Строительство ведется на проезжих частях Фонвизинской

улицы и Огородного проезда — стройплощадки ограничены объездными дорогами и жилой застройкой, поэтому работу приходится выполнять отдельными этапами, чтобы не доставлять жителям неудобств.

› Как идет внедрение системы автоматизированного управления станциями? Где это уже внедрено и где планируется? Как это скажется на качестве обслуживания пассажиров и эксплуатационных качествах метро?

На самом деле автоматизация производственных процессов на станциях существует многие десятилетия. В данный момент мы проектируем современные, прогрессивные системы диспетчерского управления, работающие на современном аппаратном обеспечении, с применением цифровых технологий. Впервые эта система была реализована на участке Сокольнической линии от станции «Юго-Западная» до станции «Тропарево».

Кроме того, применяются классические, но устаревшие системы АТДП — автоматики и телемеханики движения поездов. Эти системы надежны, но имеют ряд недостатков: они громоздки и требуют больших помещений. Их можно сравнить с компьютером предыдущего поколения — надежным, работающим, но уже имеющим аналог более компактной формы. То есть мы переходим на системы автоматики и телемеханики движения поездов на новом микропроцессорном аппаратном обеспечении взамен релейного. Площадь помещения при использовании такого оборудования

требуется меньше, меньше набор оборудования, что ведет к повышению надежности системы. Учитывая, что это очень сложный и ответственный вопрос, влияющий на безопасность движения поездов, внесение любых новшеств требует длительных опытно-промышленных испытаний. Мы планируем окончательно перейти на эту систему к 2018 году, что в целом отразится только в лучшую сторону и на эксплуатационных качествах метро, и на уровне обслуживания пассажиров, и на их безопасности.

➤ **Что можете сказать о перспективах охвата метрополитеном территории «новой Москвы»?**

На территорию «новой Москвы» выходит Сокольническая линия. Так, станция «Румянцево» станет основным пересадочным узлом для жителей поселений Сосенское, Внуково, Московский. Станция «Саларьево» необходима для обеспечения скоростным пассажирским транспортом жителей новых микрорайонов, которые будут построены поблизости. На юго-западном направлении метро дойдет до поселения Рассказовка (продление Калининско-Солнцевской линии).

Также предполагается строительство новой линии метрополитена от проектируемой станции «Улица Новаторов» Третьего пересадочного контура вдоль Калужского шоссе (район Коммунарка). Трассировкой предусмотрено сооружение 8 станций и электродепо вблизи деревни Сосенки для обеспечения линии электроподвижным составом. В зоне влияния проектируемой линии расположены поселения Мосрентген, Газопровод, Коммунарка, деревни Мамыри, Николо-Хованское, Бичурино, Столбово, Прокшино, Макарово и Сосенки.

➤ **Растущее метро позиционируется как альтернатива личному автотранспорту. С точки зрения автомобилиста какие, на ваш взгляд, преимущества уже есть и появятся в ближайшие годы у метро, что убедит горожан пересечь с личного транспорта на общественный?**

Количество жителей столицы составляет более 12 миллионов человек при плотности улично-дорожной сети в Москве в три раза ниже, чем в других крупных мегаполисах мира. Приоритетным общественным городским транспортом является метрополитен, который перевозит в среднем 8,5 млн человек в сутки, а в отдельные дни — до 9,7 млн человек в сутки. Реализация программы

развития московского метрополитена призвана существенно уменьшить транспортную проблему столичного мегаполиса.

По окончании реализации программы пешеходной доступностью метро будут обеспечены 93% москвичей, и это не может не повлиять на их транспортные предпочтения. Когда есть гарантированная возможность добраться до места назначения за известное время, многие предпочитают метро личному автомобилю, который может застрять в пробке и который нужно парковать за деньги.

➤ **В этот юбилейный для московского метрополитена год мы вспоминаем об истории строительства первых линий и станций столичной подземки, которые и по сей день служат горожанам и являются визитной карточкой метро, известного на весь мир. Существует ли преемственность в поколениях московской школы метростроения? Как вы оцениваете ее влияние за рубежом, на постсоветском пространстве?**

Все восточно-европейские метрополитены в свое время начинали проектироваться советскими специалистами по советским стандартам. В последние два десятилетия они начинают уходить от наших стандартов и развиваться по стандартам западных столиц, однако в основе тех метрополитенов, которые есть в Софии и Праге (и даже проект метрополитена на Кубе, который не был построен в силу политических событий), проекты, выполненные советскими проектировщиками.

Преемственность в отечественной школе, несомненно, есть, она присутствует во всех сферах метростроения. Например, в головной подрядной организации «Московский метрострой» существует ряд семейных династий, а также в институте «Метрогипротранс» трудятся целые семейные династии проектировщиков и строителей.

Создавая проекты в рамках реализуемой сейчас программы развития московского метрополитена, специалисты используют уникальный опыт предыдущих поколений метростроителей. Меняется техника, появляется новое оборудование, но знания, накопленные за восемь десятилетий строительства метро в Москве, востребованы сегодня в полной мере. Во многом благодаря этому мы в наши дни имеем возможность реализовать самую масштабную программу расширения метрополитена в столице за всю его историю. 📍



ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ВЕКТОР РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

НИКОЛАЙ ЗАЛЕССКИЙ

Младший научный сотрудник Института экономики транспорта и транспортной политики

Успешность глобального города, к коим относится и Москва, во многом зависит от качества жизни горожан: это тот фактор, который способствует росту экономики, конкурентоспособности на глобальном уровне, подтверждению статуса важнейшей точки диффузии инноваций для громадной территории. Надежное транспортное обеспечение — залог успешности города как с точки зрения экономики, так и с точки зрения привлекательности и комфортности проживания. Такой город, как Москва, нуждается в транспорте самого высокого качества, который позволит перевозить значительные массы пассажиров на большие по меркам агломерации расстояния с высокой скоростью. При этом автомобильный транспорт в сложившихся планировочных и градостроительных условиях не сможет справиться с подобной задачей.

Любая тяжелая рельсовая система городского транспорта, будь то метро или электрички, обладает максимальной провозной способностью и скоростью — как раз то, что надо для такого города, как Москва. Недостаток наземного железнодорожного транспорта — невозможность качественно обслужить центральную часть города, отчуждение значительных территориальных ресурсов. Именно поэтому метрополитен стал опорой всей транспортной системы города.

Московское метро находится в мировых лидерах по показателям провозной способности, надежности, безопасности. В Москве достигнут уникальный показатель частоты движения — до 40 пар поездов в час. Учитывая вместительный подвижной состав, получается, что за час одна линия метро в одном направлении может перевезти население среднего по российским меркам города. За тот же час силой дюжины действующих линий, перевозящих

пассажиров в двух направлениях, возможно перевезти все население третьего по численности города России. Демонстрацию примерно такой напряженной работы москвичи могут наблюдать в утренний или вечерний часы пик.

Очень важно, что городские власти от автомобильно-ориентированного вектора в политике пришли к вектору развития общественного транспорта вообще и метрополитена как основы сложившейся транспортной системы. Подобная смена парадигмы для любого сопоставимого по численности населения и плотности города в западных странах произошла лет 40 назад, после ровно тех же ошибок, что происходили в послесоветское время в Москве. Похоже, власти признали, что автомобильное счастье обеспечить всему городу не получится ни при каких условиях, и постепенное изменение доли в распределении инфраструктурного бюджета города говорит об этом.

Конечно, метрополитен не может покрыть все возможные ниши городского транспорта, поскольку его сооружение и эксплуатация крайне дорогостоящи. Для полноценной работы системы необходимо органичное и сбалансированное развитие всех видов транспорта агломерации, и позитивные подвижки в данном направлении налицо. Кроме того, растет интенсификация использования расположенных наиболее удачно по отношению к центру города территорий, в первую очередь — промзон. Метро приходит в новые районы, становясь гораздо удобнее для большого количества горожан.

Поэтому в ближайшее время число пассажиров в метро наверняка прибавится, а роль его в общей системе будет только возрастать. При этом предпринимаемые усилия по развитию сети позволят снизить наполняемость подвижного состава, а обновленный парк вагонов еще больше повысит уровень комфорта пользователей. 📍



МЕТРО ОТКРЫВАЕТ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ГОРОДА

ДЖЕФФРИ ТУМЛИН

Окончил Стэнфордский университет по специальности «Территориальное планирование» (Urban Studies). С 1998 года по настоящее время является одним из ведущих экспертов и совладельцев компании Nelson/Nygaard, специализирующейся на транспортном планировании городов

Для таких больших городов, как Москва, метрополитен был и останется основой транспортной системы. Метрополитен способен обслужить огромный пассажиропоток, с ним не сравнится ни один другой вид наземного транспорта. Кроме того, метрополитен — это высокая скорость передвижения, позволяющая преодолевать большие расстояния за короткое время. Метрополитен не зависит от погодных условий, это минимизирует технические сбои и дает необходимый комфорт передвижения, что особенно важно в условиях московской зимы.

Практика показывает, что максимально продуктивно система метрополитена работает, когда она интегрирована в единую сеть с другими видами транспорта. Транспортно-пересадочные узлы, связывающие метро с автобусами, такси, велосипедными стоянками и другими видами транспорта, предоставляют современный уровень удобства для пассажиров.

Первостепенной задачей метрополитенов (так же как и иных компонентов транспортной инфраструктуры) является открытие экономического потенциала города. Транспортная инфраструктура меняет стоимость земли, позволяет осваивать территории более интенсивно, привлекая туда бизнес и новых жителей комфортным транспортным доступом. Основной преградой экономического развития Москвы являются пробки на дорогах и перегруженный метрополитен.

В Москве сейчас реализуется одна из самых грандиозных программ строительства пассажирской транспортной инфраструктуры. с точки зрения концепции, программа продумана очень хорошо. В Москве очень много талантливых инженеров и проектировщиков, однако у них пока не большой опыт работы с транспортными системами такого класса, в частности, потому что Москва давно не осуществляла столь масштабных и качественных инфраструктурных проектов, которые реализуются сейчас. Думаю, Москва

вернет себе мировую славу одной из ведущих школ проектирования и строительства, получив немалый опыт на реализуемых программах.

Москва может строить станции столь же запоминающиеся и воодушевляющие, при этом не отделявая их дорогостоящими материалами. В Ванкувере и Копенгагене станции очень простые и доступные по цене, при этом они красивы и функциональны. В Дубае станции строятся с применением простых современных материалов. Исторические станции в Москве не только прекрасны, они имеют высокую функциональность, они спроектированы с должным вниманием к пассажиропотокам и многим другим техническим деталям. Сейчас в Москве идет поиск своего уникального стиля, который будет перекликаться с историческими станциями и будет при этом современным.

На мой взгляд, наиболее важные архитектурные качества современных метрополитенов следующие. Во-первых, это прозрачность, воздушность конструкций — открытость, частое использование стекла в оформлении станций — для того, чтобы они выглядели более гостеприимными, а также для того, чтобы пассажиры легче ориентировались. Открытость также повышает безопасность. Во-вторых, это последовательность, с уникальными чертами. у большинства систем станции конструктивно одинаковы, но за счет объектов монументального искусства и интересной отделки эти станции становятся уникальными, что не влечет за собой капитальных затрат и расходов на обслуживание. В-третьих, это низкая стоимость эксплуатации. Проектировщики думают о том, как будет использоваться каждый проектируемый элемент конструкции, выбирают долговечные материалы и проектируют так, чтобы эксплуатационные службы имели легкий доступ ко всем конструкциям. И, в-четвертых, это продуманная интеграция в окружающую застройку. Самые лучшие образчики станций на поверхности не броские, они позволяют окружающей ее архитектуре доминировать. ☺



ПОДЗЕМНЫЙ ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ МЕГАПОЛИСА

Самые масштабные программы расширения сетей метрополитена в XXI веке

Ольга Шляхтина

Современный мегаполис невозможно представить без метрополитена. Жизнь большого города напрямую зависит от подземки, перевозящей миллионы пассажиров в день. По мнению специалистов, темпы освоения подземного пространства городов в ближайшем будущем станут только возрастать, и это признанная общемировая тенденция. Метрополитены мира берут на себя львиную долю пассажиропотока, решая тем самым комплекс острейших территориальных, транспортных и экологических проблем. Обеспечение высокого качества жизни населения и улучшение имиджа города также не в последнюю очередь связаны с качеством его транспортной системы. По мнению многих отечественных и зарубежных экспертов, метрополитен является самым эффективным видом городского пассажирского транспорта с точки зрения потребления энергии и занимаемых площадей. Поэтому активное освоение подземного пространства станет важной частью стратегическо-

го планирования развития современных мегаполисов мира. Журнал «Инженерные сооружения» анализирует опыт строительства метрополитенов Мадрида и Пекина.

Транспортная экспансия в недра Мадрида

Метрополитен в столице Испании существует с 1919 года. Длина первой линии мадридского метро составляла всего 3,8 км. Это был первый метрополитен, открывшийся после Первой мировой войны, к этому моменту в мире уже действовало 16 метрополитенов (11 из них в Европе). Основное строительство пришлось на первую половину 1930-х годов, к 1936 году метрополитен столицы состоял из трех линий. Экономический подъем



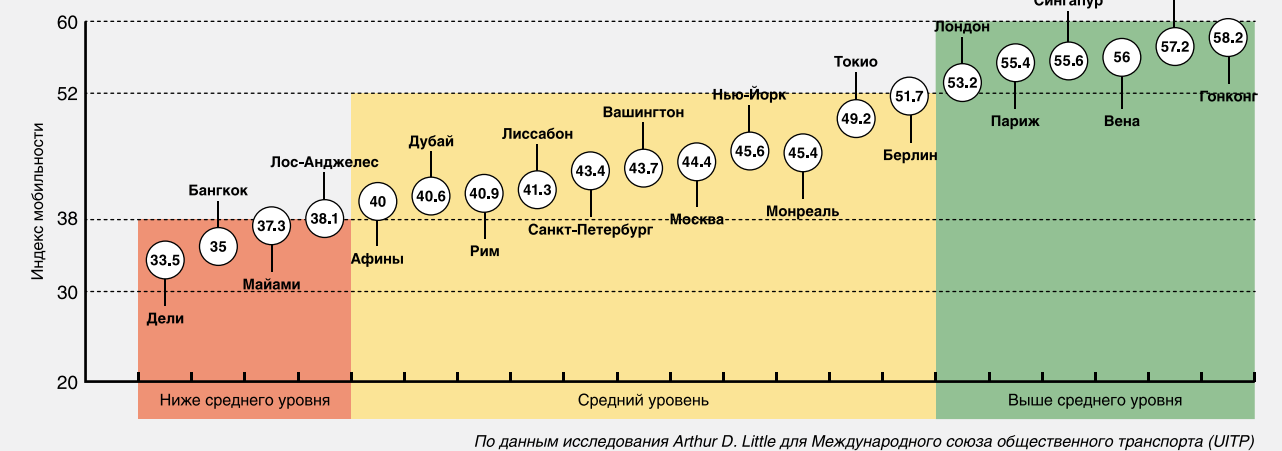
1960-х годов привел к увеличению численности населения, что поставило на повестку дня транспортную проблему. Строительство метро продолжилось в 1970-1980-е годы, но по размеру сети и объемам пассажироперевозок метро долгое время оставалось второстепенным пассажирским транспортом Мадрида. Такое положение вещей сохранялось до середины 1990-х годов, когда была принята рекордная по европейским меркам программа расширения сети мадридского метрополитена.

Говоря об успехе программы строительства метро в испанской столице, эксперты отмечают, что наиболее важным фактором была политическая воля Альберто Руиса-Гальярдона, избранного в 1995 году президентом мадридской автономии. В своей предвыборной программе он обещал расширить сеть метро на 27 км за четыре года и, сдержав свое обещание, был переизбран на второй срок, а затем, в 2003 году, стал мэром Мадрида. Он твердо отстаивал свое убеждение в том, что несмотря на любой экономический кризис, в городе необходимо развивать транспортное сообщение, и в первую очередь метрополитен. За четыре года мадридское метро пополнилось 39 новыми станциями. В 1999 году оно впервые пересекло границы города (расширение Линии 9 на 18,3 км в Арганду-дель-Рей).

Между 2000 и 2003 годами в Мадриде построили Metro Sur (Линия 12) — кольцевую 40,7-километровую полностью подземную линию с 28 станциями, соединяющую плотно заселенные южные пригородные муниципалитеты (общая численность населения — 820 тыс. человек). Это был наиболее дорогостоящий и критикуемый общественностью проект стоимостью 1,55 млрд евро, который после его реализации дал мощный толчок развитию юга Мадрида. По данным испанских экспертов, приведенным в исследовании об экономическом эффекте строительства транспортной инфраструктуры в пяти юго-западных муниципалитетах Мадрида, за четыре года, последовавших за открытием Metro



ИНДЕКСЫ МОБИЛЬНОСТИ В РАЗНЫХ ГОРОДАХ МИРА



Sur, средний доход на душу населения вырос с 56 тыс. евро в 2003 году до 70 тыс. евро в 2007 году.

Одновременно с Metro Sur была сдана линия, соединяющая центральный район Мадрида с аэропортом, что позволило сократить время в пути до 12 минут.

С 2004 по 2007 годы мадридцы получили в свое распоряжение еще 80 новых станций метро и легкой рельсовой системы, стоимость строительства составила 6 млрд долларов. Эксперты отмечают, что такой небывалый темп строительства сочетался с весьма умеренной по мировым меркам стоимостью — 40,6 млн долларов за километр линий. Всего за период с 1995 по 2007 годы протяженность линий мадридского метро увеличилась на 200 км, открылись 156 новых станций. К 2011 году столичное метро насчитывало 294 км путей, 12 линий с 296-ю станциями, что делало его шестым метрополитеном в мире по протяженности линий.

Чтобы привлечь необходимый объем инвестиций, властям города для соблюдения правил Европейского Союза об ограничении долга госбюджета пришлось разработать схемы взаимодействия на основе частно-государственного партнерства. К примеру, если строительные компании строили линии за свои средства, они получали линию в концессию на десятки лет, зарабатывая на продаже билетов и региональных субсидиях. Сотрудники компании Bustren, которая сейчас занимается проектированием участков московского метрополитена, с 1991 года спроектировали и построили 200 км линий в Мадриде.

Проблема экономии бюджетных средств при строительстве и эксплуатации мадридского метрополитена подталкивает власти к поиску нестандартных решений. Так, в 2013 году одна из популярных станций, la Estacion de Sol (а также вся Линия 2), была переименована на три года в Vodafone Sol в результате 3-миллионного контракта с рекламодателем.

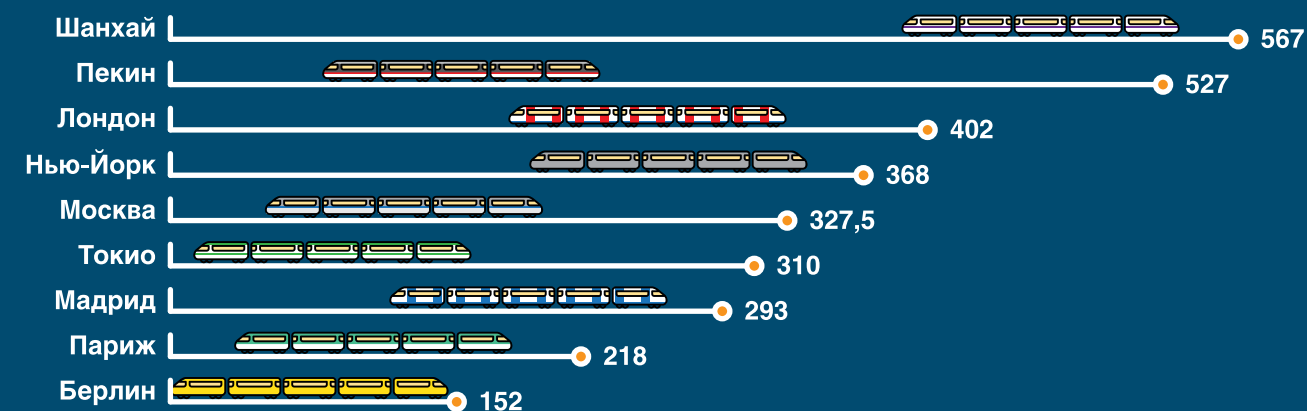
Из-за сложных геологических условий при строительстве метро пришлось столкнуться с подземными водами и значительными перепадами высоты. Примерно две трети новых

линий сооружались в тоннелях. Часть из них строилась методом cut and cover (открытый способ сооружения тоннеля путем выемки с перекрытием), из-за нестабильности грунтов местами применялась проходка вручную. Все новые линии сооружены в двухпутном исполнении.

Активно строя новые линии и станции, власти города занимались и реконструкцией старых станций, меняя эскалаторы, обновляя помещения и оборудование в соответствии с современными нуждами метрополитена и нормами доступности для граждан с ограниченными физическими



ПРОТЯЖЕННОСТЬ ЛИНИЙ МЕТРОПОЛИТЕНОВ В РАЗНЫХ ГОРОДАХ МИРА





возможностями. К 2011 году мадридское метро заняло первое место в мире по количеству лифтов (508) и эскалаторов (1656) (к 2015 году в мадридском метро — 522 лифта и 1698 эскалаторов). Первые станции мадридского метро до сих пор принимают пассажиров, за исключением одной, Chamberí, которую отреставрировали и превратили в музей метро.

Рельсовый транспорт Мадрида кроме собственно метрополитена включает сеть поездов городского и пригородного сообщения Cercanías: 8 линий, 363 км путей и 99 станций, 22 из которых соединены пересадочными узлами с метро. Кроме этого с 2007 года в Мадриде работает три линии так называемого легкого метро (metro ligero), общая протяженность линий составляет 27,9 км, на них расположено 38 станций, 5 из которых находятся под землей. Эта сеть объединена с кольцевой линией скоростных трамваев (Tranvía de Parla), запущенной в 2007 году (8, 4 км, 16 остановок). Все составы легкого метро оснащены современными системами автоматического управления и защиты от столкновений, ограничения скорости, управления освещением. Вагоны имеют специальные платформы для людей с ограниченной подвижностью и сигнальные устройства для пассажиров с сенсорными нарушениями.

Сейчас мадридская подземка — это 293 км путей, 300 станций, 13 линий, в Европе она по величине уступает только лондонскому и московскому метро. Пассажиропоток состав-

ляет 692,3 млн человек в год. Основным ее достоинством считается плотность станций, расстояние между которыми составляет 650-850 м. В центре города практически все пересадочные станции образуют узлы, которые названы по объектам наверху. Дизайн станций не отличается оригинальностью, по словам архитектора-проектировщика Хавьера Фернандеса Санчеса, проектировавшего метро в Мадриде, Стамбуле, Саудовской Аравии и Чили, испанцы относятся к метро как к функции, предъявляя к нему требования, связанные с комфортностью и удобством передвижения. Типовые станции отличает в основном цвет плитки и пластика. Большинство станций — с боковым расположением платформ, есть станции островного типа (в том числе наземные) и трехплатформенные — их называют также «испанским» или «барселонским» решением.

Самые популярные пересадочные узлы метрополитена и легкого метро Cercanías построены «с запасом» на увеличение пассажиропотока, и сейчас эти огромные подземные пространства используются для различных публичных и корпоративных мероприятий. Например, в мае 2011 года станция Nuevos Ministerios на три дня превратилась в площадку для фестиваля женского фитнеса, вместив 2600 участниц.

Мадридское метро — первое метро в мире с двумя кольцевыми линиями, причем кольцевые линии не «надеты одна на другую»: одна 23,5-километровая Circular традиционно

располагается в центре системы, вторая, 40,6-километровая линия Metro Sur обслуживает юг и соединяется с остальной системой через Линию 10 (Hospital del Norte — Puerta del Sur). Еще одной особенностью мадридской подземки является левостороннее движение — в отличие от большинства метрополитенов мира. Дело в том, что правостороннее движение ввели только в 1924 году, через 5 лет после начала работы метро в Мадриде.

Пекинский подземный дракон

Датой рождения пекинского метро принято считать 1969 год — первая линия открылась ко дню празднования 20-й годовщины со дня Китайской Народной Республики. Инициатором строительства подземки стал лидер страны Мао Цзэдун, распорядившийся о сооружении метрополитена после посещения Москвы. Первая линия строилась четыре года, перед началом работ был тщательно изучен опыт московских метростроевцев. Как раз в этот период двусторонние отношения испортились, и по воспоминаниям первых проектировщиков пекинского метро, многим из них пришлось проектировать подземку, в которой они никогда прежде не были.

Первое в Китае метро изначально не предназначалось для пассажирских перевозок, линия строилась для оборонных целей на случай войны. Поэтому для тестирования тоннелей в случае авиаударов был построен пробный тоннель на атомном полигоне Лоп-Нор. Не располагая специальным оборудованием для строительства тоннелей, китайские специалисты решили сооружать тоннели открытым способом, роя котлованы на всем протяжении линии.

В первое десятилетие существования в метро нередко случались технические сбои, движение часто прекращалось. Спустя всего месяц после открытия на первой ветке китайского метро произошел пожар, пострадали более 100 человек. Движение прервалось почти на два года. К строительству второй линии приступили только в конце 1970-х годов.

Первоначально единственную линию пекинского метро использовали как военный и служебный транспорт, перевозивший рабочих и солдат. Гражданским лицам попасть в метро можно было по специальному пропуску, получаемому по рекомендации профсоюза. Только в 1976 году метро в Пекине стало общедоступным. 20 лет в Пекине действовали лишь две линии метро, однако в те годы численность населения была ниже современной, и транспортная проблема еще не стояла так остро. К 2001 году общая длина линий составляла 51,2 км. В 2007 году дневной пассажиропоток пекинского метро не превышал 1,6 млн человек, подземка





состояла из пяти линий протяженностью 134,4 км. В наши дни метрополитен Пекина состоит из 17 линий и перевозит ежедневно около 10 млн пассажиров.

Стремительное развитие пекинского метро было обусловлено не только ростом населения города и его транспортными проблемами, но и решением о проведении летних Олимпийских игр-2008. В период глобального экономического спада 2008 года Китай провозгласил план экономического стимулирования, который включал крупные инвестиции в инфраструктурные объекты. За два года на строительство железных дорог, метрополитена и аэропортов было потрачено 585 млрд долларов (7% ВВП Китая). Между 2007 и 2014 годами в Пекине появилось 376 км новых линий метро — фактически за семь лет китайцы построили сеть, превышающую по размерам метрополитен Нью-Йорка. До 2011 года в расширение сети метрополитена было вложено 53 млрд долларов, на следующую пятилетку, заканчивающуюся в этом году, финансирование развития метро составляет 76 млрд долларов.

Пекинское метро в XXI веке строится ударными темпами, рекордными даже по мировым масштабам. С конца 2000-х годов сооружаются и сдаются в эксплуатацию одновременно по несколько участков разных линий, к примеру, к Олимпиаде-2008 было сдано 5 участков метро. В конце 2012 года метрополитен Пекина временно стал самым большим в мире, с общей протяженностью путей 442 км, пока его в октябре 2013 года не обошел метрополитен Шанхая, который включает 548 км путей.

По словам заместителя генерального директора Пекинской инфраструктурной инвестиционной компании Хао Вэйя, одновременное строительство более 10 линий метро, а также одновременный запуск нескольких линий метро в эксплуатацию является беспрецедентным по масштабам и интенсивности во всей мировой истории строительства метро. Кроме того, по словам эксперта, сложность инженерных работ и технические требования множества новых веток, пересекающих оживленные районы и районы, где уже имеются станции метро, также превосходят по трудности строительство аналогичных объектов в других странах.

Сегодня пекинское метро охватывает практически весь город, через исторический центр идут первая, четвертая и пятая линии, расстояние между станциями в центре не превышает 1 км. Кольцевая линия дублирует под землей Вторую кольцевую автодорогу Пекина, окружая по периметру старый город, некоторые станции расположены в пригородах. С юга на север города протянута вторая по длине в Китае (после 3-й линии метро в Гуанчжоу длиной 67 км) 50-километровая линия метро, составленная из линий 4-й и Дасин. Ранее подземные станции сооружались в виде классических колонных, по прототипу московского метро. На многих станциях, построенных в XXI веке, поезда отделены от платформы стеклянной стеной и дверями системы «горизонтальный лифт». Современные линии и станции пекинского метро преимущественно подземные мелкого заложения, хотя есть также надземные участки, в том числе эстакадная экспресс-линия в аэропорт.

В пекинском метро работает мобильная связь, станции оснащены пандусами и лифтами, новые модели вагонов в настоящее время обеспечивают пространство для размещения кресла-коляски. В дизайне новых станций приоритет отдается эргономике, залы и проходы становятся более просторными, пересадочные узлы оснащаются удобной двуязычной навигацией, названия станций объявляются на китайском и английском. Возможно, вскоре пекинская подземка сможет побороться за статус самой читающей — в этом году на одной из линий метро пассажиры получили доступ к бесплатной электронной библиотеке — в вагонах размещены специальные штрих-коды, отсканировав которые, можно загрузить ту или иную книгу из постоянно обновляемой библиотеки.

Накануне Олимпийских игр-2008 власти ввели единую стоимость поездки на метро для снижения нагрузки на автодороги и уменьшения пробок. Она являлась самой демократичной ценой за проезд по сравнению с другими метрополитенами мира. Цена в 2 юаня действовала вплоть до конца 2014 года, из-за огромных убытков пришлось ввести новую систему оплаты (цена билета составляла 22% от себестоимости поездки). Теперь стоимость зависит от дальности поездки, по принципу «чем дальше, тем дешевле». Переход на новые тарифы произошел одновременно с открытием еще семи станций в декабре 2014 года. Это вторая очередь шестой ветки, седьмая линия, восточный участок 14-й линии и западный участок 15-й ветки. С учетом новых участков общая протяженность пекинской подземки увеличилась на 13,3 % и составила 527 км. Сеть включает 17 линий с 277 станциями, расположенными в 11 районах города. Несмотря на 5%-ное снижение после повышения стоимости проезда пассажиропоток пекинского метро оценивается в 3,2 млрд человек в год. Летом 2015 года на линиях пекинского метро должны появиться первые беспилотные поезда. Пекинские беспилотники будут развивать скорость до 80 км в час и перевозить 1262 пассажира.

Необходимость расширения сети и модернизации ее эксплуатационных свойств диктуется ростом количества личного транспорта. Транспортные пробки постепенно превратились в главную проблему крупных китайских городов, а их основной причиной стало резкое увеличение транспортных средств. «Увеличение количества автомобилей с 3 млн до 4 млн произошло в Токио за 12 лет, в Пекине — за 2 года», — говорит директор Центра транспортных исследований г. Пекин Го Цзифу. Форсированное развитие подземного транспорта и других видов общественного транспорта постепенно стало ключевой мерой по решению проблем заторов на дорогах в Китае и заслужило всеобщее одобрение. От Пекинско-Чжанцзякоуской железной дороги до нынешнего Пекинского метрополитена, от пронзающей снежные области Цинхай-Тибетской железной дороги до Пекинско-Гуанчжоуской высокоскоростной железной дороги — именно такое молниеносное развитие внутригородского метрополитена и межгородского скоростного



железнодорожного транспорта считается одним из причин экономического подъема Китая.

Городской рельсовый транспорт активно развивается во многих городах КНР. Китайские власти видят в развитии метрополитена панацею от городских пробок, ведь согласно недавним исследованиям, треть самых загруженных транспортом городов мира находится в Китае. Пекин занимает в этом рейтинге 19-е место. На данный момент метро действует в 23-х китайских городах, общая протяженность линий всех китайских метрополитенов составляет 2735 км, и примерно столько же — 2853 км — сейчас строится. Протяженность пекинского метрополитена составляет 527 км, последние 62 км линий открылись для пассажиров в 2014 году. К 2020 году власти Пекина рассчитывают иметь городской метрополитен общей протяженностью 1050 км. «По прогнозам, к 2020 году метро будет построено более чем в 40 городах Китая, а общая протяженность линий метро в стране составит более 7000 километров», — утверждает Гао Юйцай, председатель Профессионального комитета городского рельсового транспорта при Китайской ассоциации транспорта и перевозок. ☺

ОЛИМПИЙСКИЕ ПРИНЦИПЫ СТРОИТЕЛЬСТВА

Москва преобразуется на наших глазах — строится новое жилье, модернизируется транспортная инфраструктура города, возводятся современные стадионы, появляются комфортные парки и общественные пространства. Масштабность и ответственность задач, стоящих перед Строительным комплексом Москвы, требует привлечения самых опытных и компетентных специалистов в области строительства и инжиниринга. В столице трудятся десятки крупнейших отечественных компаний и специалистов, заслуживших весомую репутацию в строительной отрасли. Журнал «Инженерные сооружения» побеседовал с заместителем председателя Совета директоров АО «Мосинжпроект» — руководителем комитета по стратегии и кадрам Александром Горностаевым о профессиональном опыте и задачах, стоящих перед АО «Мосинжпроект» — одной из ведущих строительных и инжиниринговых компаний Москвы.

Ольга Галкина
Ольга Шляхтина



► **Александр Васильевич, у вас за плечами огромный жизненный и профессиональный опыт, одной из ярких страниц которого явилось строительство олимпийских объектов в Сочи. Какие из олимпийских проектов, реализованные при вашем участии, были наиболее заметными, интересными?**

Олимпийская стройка — это действительно большая победа для нас. Это как побывать на передовой. В своей жизни я успел поработать на разных объектах, повидал, так сказать, немало, но до сих пор испытываю непередаваемые ощущения при встрече с людьми, с которыми работал эти четыре года, когда вижу родные, близкие лица. Мы работали почти круглыми сутками, практически не выезжая оттуда. Это была единая семья, которая выполняла крайне сложную и порой невозможную для всех работу.

Большой вклад в олимпийскую стройку внес вице-премьер Дмитрий Николаевич Козак — он практически каждую неделю бывал на объектах, во все вникал, за всем следил. Его строгий подход к делу, внимательность к каждой детали были важными качествами, благодаря которым он прекрасно справился с задачей, поставленной Президентом. В нашем успехе по строительству олимпийских объектов есть его огромная заслуга.

В результате за все дни проведения Олимпиады и Паралимпиады ни разу не отключился свет или звук, все прошло здорово, на одном дыхании. Единственное, если вы помните, не раскрылось пятое кольцо, но это была не наша накладка. Все прошло на высочайшем уровне, и этот восторг — восторг иностранцев, восторг и гордость россиян — был настолько открытым, очевидным, что всех нас, тех, кто там работал, распирала гордость, удовлетворение от сделанного.

Что касается объектов и моего участия, в принципе все объекты построены при моем участии. До определенного времени я вел все объекты сразу. У меня были три основных кластера: прибрежный кластер, горный кластер и город Сочи. На финальных этапах нас начали усиливать и увеличили количество вице-президентов, за каждым из нас закрепляли конкретный объект. Мне достались достаточно сложные объекты — ледовый дворец спорта, Большая ледовая арена, тренировочные арены, керлинговый центр. И кроме этого, берегоукрепление и променады — эти вопросы я также курировал на олимпийском проекте. Все, что касалось прибрежной зоны — сети, тепло, вода, канализация, ливневка, дороги, — это все было в зоне моей ответственности, за моей дирекцией, директор которой, кстати говоря, Ринат Махмутович Шигапов, сегодня ра-



То, что нам удалось сделать на олимпийской стройке, — это удивительно! Многие специалисты сомневались в реальности этого проекта: как можно в субтропиках вообще построить зимние олимпийские объекты и провести на них зимнюю Олимпиаду! Дело усугублялось тем, что Имеретинская низменность — это болото, строительство велось в 9,5-балльной сейсмической зоне — как на побережье, так и в горах, на Красной поляне.

(Из выступления Александра ГОРНОСТАЕВА 30 июля 2015 года на заседании правления Московского отделения Российского общества инженеров строительства)

ботает в «Мосинжпроекте» и является директором одной из дирекций строительства объектов метро.

► **Вы принимали участие во всех значимых олимпийских объектах, но наверняка у вас есть какой-то самый любимый объект?**

Самый любимый объект — наверное, самый тяжелый, который мне очень нелегко дался из-за очень ограниченных сроков, — это Дворец для фигурного катания, которое, кстати, и принесло самое большое количество медалей.

Это единственный в мире специализированный Дворец для фигуристов, в нем есть возможность проводить соревнования по фигурному катанию и шорт-треку. Обычно все соревнования фигуристов проходят на хоккейных кортах, и, как правило, вечно обездоленным фигуристам лед для тренировок, разминок, мероприятий достается во вторую очередь. Мы получили самую высокую оценку специалистов и по льду, и по всем условиям, которые были созданы для спортсменов. Когда Татьяна Анатольевна Тарасова увидела то, что мы сделали, она была в полном восторге, и она долго отстаивала Дворец спорта для того, чтобы он так и остался для фигуристов.

► **Какие ноу-хау, какие принципы и подходы из вашего профессионального багажа, приобретенного, в том числе, и на олимпийской стройке в Сочи, вы нацелены применить на практике в «Мосинжпроекте» в первую очередь?**

На мой взгляд, все то, что там делалось, было достигнуто благодаря высочайшей степени организованности, огромной мотивации, строгому контролю со стороны правительства и президента. То, как шла подготовка к Олимпиаде, — я за всю свою жизнь нигде и никогда не видел ничего подобного. Когда срыв срока ввода объектов расценивался практически как измена Родине, сами понимаете, какая еще была нужна мотивация для руководителей и строителей, чтобы задача была выполнена. Используя этот опыт,



Награжден орденом и медалями СССР и России, в том числе орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени (2007), званием «Почетный строитель России», знаком отличия «За заслуги перед Московской областью», удостоен наград международных инженерных обществ. Автор многочисленных публикаций.

Окончил Ташкентский политехнический институт и Академию общественных наук при ЦК КПСС. Трудовую деятельность начал в 1964 г.

1978-1992 гг. — работал на руководящих должностях в партийных и советских органах в г. Навои.

1992-1995 гг. — заместитель председателя Государственного концерна «Кызылкумредметзолото» (заместитель министра).

1995-1997 гг. — председатель правления КБ «Мосфильмбанк», генеральный директор холдинговой компании.

1997-1998 гг. — первый заместитель генерального директора ОАО «Компания Мособлстрой».

1998-2000 гг. — заместитель министра строительства Московской области; с 2000г. — министр строительства Правительства Московской области.

2001-2008 гг. — первый заместитель Председателя Правительства Московской области.

2010-2014 гг. — вице-президент госкорпорации «Олимпстрой».

С 2014 г. — заместитель председателя Совета директоров АО «Мосинжпроект», руководитель комитета по стратегии и кадрам.



Дворец для фигурного катания сегодня, после Олимпиады — это наше любимое место для проведения чемпионатов России, для контрольных прокатов сборных команд. Нам там удобно, мы любим эту чашу, нам нравится, как она построена. Мы там очень хорошо себя чувствуем — зрители сидят и не близко, и не далеко, все так, как надо. Зал прекрасный, он хорошо расположен, к нему удобно подъехать, мы его очень любим и воспринимаем его как собственный дом.

(Из эксклюзивного интервью советского и российского тренера по фигурному катанию, заслуженного тренера СССР Татьяны ТАРАСОВОЙ «Инженерным сооружениям»)

я хотел бы привнести в работу «Мосинжпроекта» высокий уровень исполнительской дисциплины. Это касается оформления и подготовки документации, протоколов, регламентации работы — когда каждый сотрудник четко знает свой круг обязанностей и задач, это позволяет наладить эффективную работу в условиях ограниченных сроков.

Ну и, конечно, я рассчитываю на максимальное привлечение высококвалифицированных специалистов, в том числе из моих бывших коллег, чтобы можно было использовать их опыт, знания и вот эти навыки, которые были наработаны за этот период. После окончания строительства в Сочи корпорацию «Олимпстрой» расформировали в соответствии с законом. Я говорю это с сожалением, потому что за эти годы сформировалась прекрасная слаженная команда.

» От опыта хотелось бы перейти к вопросам о будущем. Каковы стратегические планы по развитию компании «Мосинжпроект»? Какие будут первые шаги по созданию инвестиционно-строительного холдинга на базе компании?

Создание этого комплекса во многом обусловлено теми задачами, которые стоят перед Москвой. Вряд ли в мире можно найти в одном мегаполисе такое количество площадей и потребностей, которые нужно было бы реализовать в короткие сроки — это и развитие «новой Москвы», и промзоны, и развитие транспортной инфраструктуры города. Для решения этих колоссальных задач требуется концентрация усилий лучших профессионалов. В настоящее время на базе «Мосинжпроекта» и формируется такой холдинг.

Холдинг будет состоять из пяти блоков. Первый блок — это инжиниринговый блок на базе нынешнего «Мосинжпроекта». Затем проектный блок — это все институты, проектные мастерские. Третий блок — это блок девелоперский, с большим объемом портфеля проектов. Четвертый — блок

генерального подряда, тоже очень серьезный блок, который будет постепенно формировать команду, чтобы заниматься производством собственными силами. Это очень важная позиция, и мы со временем должны развить этот блок, который будет способен выполнять большие задачи. Не только с привлечением генподрядных организаций, но и самостоятельно мы будем выполнять определенные объемы работ. И наконец, пятый — блок материально-технического обеспечения. Это блок, который возьмет на себя функции обеспечения всех нашихстроек оборудованием, механизмами, материалами с минимальными затратами.

» В Совете директоров компании «Мосинжпроект» вы возглавляете комитет по стратегии и кадрам. Как вы считаете, нуждается ли в совершенствовании система мотивации персонала? Если да, то в чем именно?

Мотивация — это важнейший инструмент любого руководителя, если ты хочешь достичь максимальной эффективности от своих работников, то вопрос мотивации первостепенен. Поэтому в любой компании, на мой взгляд, нужно этим вопросом заниматься всегда. Нематериальные стимулы безусловно дают результат, но я считаю, что достойный заработок сотрудников — одно из важных слагаемых успеха и высокой эффективности. Если обратиться к опыту «Олимпстроя», то там, чтобы достичь цели, правительством России было принято решение, чтобы уровень заработной платы был достаточно высоким. Это делалось для того, чтобы люди были нацелены на выполнение задач. Поэтому при хорошей заработной плате, если будет хороший уровень отдачи, то она будет оправдана.

Но и нематериальное поощрение сотрудников тоже нужно развивать — если раньше было время, когда к наградам и грамотам относились скептически, сейчас отношение к такому стимулированию у людей поменялось. В «Мосинжпроекте» можно, например, учредить памятные корпоративные знаки и награды для поощрения сотрудников. ☺

ПЕРЕКРЕСТКИ БОЛЬШИХ ДОРОГ

Новые развязки с направленными съездами улучшили дорожную ситуацию на Московской кольцевой автодороге и вылетных магистралях столицы в среднем на 20-25%

Ольга Суруп

Московский транспортный узел играет большую роль в экономике всей страны, его модернизация является приоритетной задачей на ближайшие годы. От качества транспортной системы напрямую зависит и экономическое развитие самой столицы, поэтому московские власти реализуют крупнейшую в истории города транспортную программу, включающую развитие всех перспективных видов транспорта и инфраструктуры. Расширяется сеть метрополитена, реорганизуется Малое кольцо Московской железной дороги, проектируются транспортно-пересадочные узлы, реконструируются и строятся скоростные магистрали, модернизируются ключевые транспортные развязки — программа в самом разгаре, однако уже сейчас заметны ее результаты.

Согласно опубликованному в марте 2015 года исследованию авторитетной нидерландской компании TomTom, Москва уступила лидерство в рейтинге самых загруженных городов мира. Теперь она занимает четвертое место, пропустив вперед Стамбул, Мехико

и Рио-де-Жанейро. Еще в 2012 и 2013 годах, согласно данным компании, процент загруженности дорог в Москве составлял 66%. Однако по итогам 2014 года средний уровень заторов уменьшился до 50%. По оценкам городских властей, дорожный трафик в городе снизился на 2 балла. Данные на март этого года свидетельствуют, что скорость движения на одной из основных трасс города — Московской кольцевой автодороге — увеличилась на 17%, теперь средняя скорость на МКАД в утренний час пик составляет 55 км/ч.

Для решения современных транспортных проблем не существует одного рецепта, эксперты сходятся во мнении, что ситуацию меняет к лучшему только комплекс мер — от грамотного проектирования и реконструкции инфраструктурных объектов до продуманной организации транспортных потоков. В этом номере «Инженерных сооружений» мы рассмотрим одну из таких мер — реконструкцию развязок, соединяющих главные транспортные артерии Москвы — МКАД и вылетные магистрали.

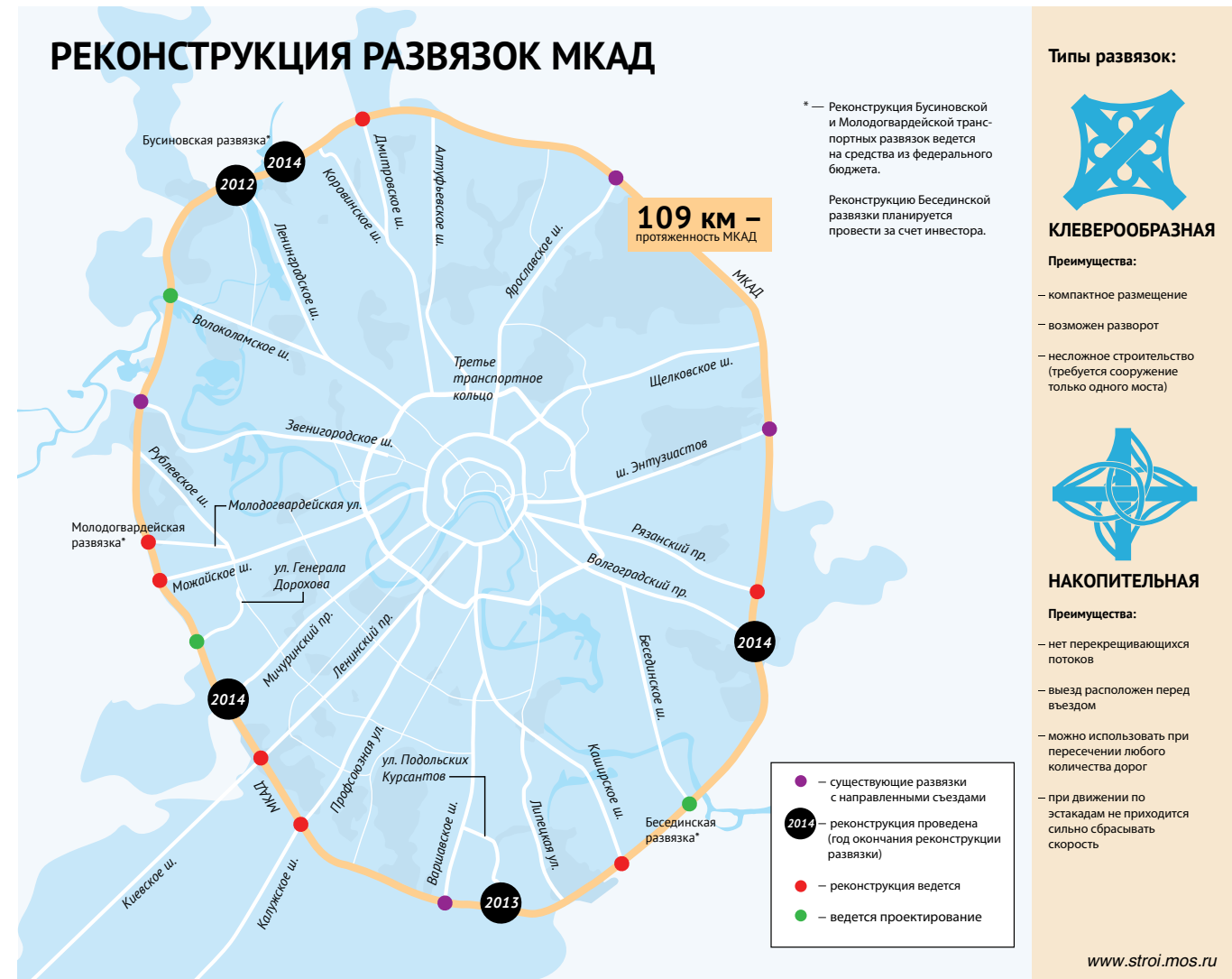
Развязка от Леонардо да Винчи

Транспортные развязки считаются одним из самых сложных элементов дорожной инфраструктуры. Среди транспортников ходят легенды, что первую развязку придумал Леонардо да Винчи в XVI веке, однако первый патент на пересечение дорог в виде «клеверного листа» получил в 1916 году инженер Артур Хале из Мериленда, США, а первую реальную двухуровневую развязку построили в американском городе Нью-Джерси в 1928 году. Эта двухуровневая развязка, спроектированная по типу «клеверный лист», на несколько десятилетий стала одной из самых популярных в дорожном строительстве в Америке. В Европе «клевер» появился чуть позже: в 1928 году ученику слесаря из Швейцарии выдали патент на аналогичное изобретение. «Премьера» европейского «клевера» состоялась в ноябре 1936 года неподалеку от Лейпцига, в Германии.

Переосмысление подходов к организации пересечения транспортных потоков произошло в связи с ростом автомобилизации населения и началом строительства высокоскоростных магистралей. В США это случилось

в 1940-е годы, в Европе, которая восстанавливалась после Второй мировой войны, — только в 1960-е годы. Американские проектировщики разработали немало креативных вариантов транспортных пересечений, однако большинство из них требовало огромных площадей. Поиск новых решений приводил к увеличению «этажности» развязок: например, в Лос-Анджелесе инженеры приняли решение использовать четыре уровня дорог для улучшения пропускной способности — так была изобретена накопительная развязка (stack interchange). Четырехуровневая «мечта сумасшедшего водителя», как ее тогда называли, вводилась в эксплуатацию поэтапно, с 1949 по 1953 год, когда заработали все 32 полосы и 7 эстакад развязки. Она сразу стала знаменитой не только из-за своего расположения на пересечении оживленных трасс, но и из-за оригинальной по тем временам архитектуры.

Отечественное дорожное строительство пришло к пониманию необходимости транспортных развязок в середине XX века: в 1947 году открылась первая в Советском Союзе развязка в Киеве, на Новодницкой улице. В Москве первая развязка появилась лишь в 1959-м, она служила для разгрузки транспортных потоков на пересечении Кутузовского проспекта и Большой Дорогомиловской улицы. В начале 1960-х годов число развязок в столице стало быстро расти.



Увеличение количества автомобилей в городе не оставляло градостроителям другого выбора, и вскоре развязки появились на Крымской площади, на площади Маяковского, а также на пересечении Нового Арбата (тогда — проспекта Калинина) с Садовым кольцом. Первая трехъярусная внутригородская развязка в Москве появилась в 1965 году в районе площади Савеловского вокзала. Для загородных дорог развязка, выполненная в трех уровнях, открылась лишь в 1985 году на пересечении МКАД и трассы М-2 «Крым». Эта развязка имеет 18 съездов, 250-метровую эстакаду и три путепровода, на ней установлено более 50 дорожных указателей.

Пересечь кольцо

Обустройство транспортных развязок на пересечении ключевых магистралей Москвы с кольцевой автодорогой приобретало актуальность по мере роста автомобилизации

населения. Являясь транспортным скелетом города, эти трассы всегда принимали на себя основной поток автомобилей. Сам МКАД уже в 1970-е годы перестал вмещать всех желающих и подвергся реконструкции, превратившись из четырехполосной в шестиполосную магистраль.

На время это облегчило движение, но к концу 1980-х пропускная способность кольцевой была практически исчерпана. В часы пик на дороге возникали серьезные заторы, а когда движение было свободным, на кольцевой часто происходили автомобильные аварии. Опасности прибавляло отсутствие на магистрали уличного освещения и барьерного ограждения. Число венков вдоль дороги росло пропорционально числу автомобилей на душу населения, и с легкой руки журналистов МКАД долгое время называли «дорогой смерти». «МКАД не был запроектирован как дорога смешанного значения для одновременного пропуска транзитного и поворотного распределительных потоков», — рассказала заместитель руководителя объединения транспорта и дорог НИИПИ Генплана Москвы Татьяна Сигаева. Усугубило ситу-

ацию интенсивное развитие жилищного строительства на территориях, прилегающих непосредственно к зоне МКАД.

В 1993-1996 годах МКАД подвергся серьезной реконструкции. По всему кольцу установили полноценное освещение и железобетонные ограждения на разделительной полосе. Саму магистраль расширили до пяти полос в каждом направлении, убрав «зеленую» зону между дорогами. Помимо расширения проезжей части, требовалось построить новые мосты, тоннели, путепроводы, освободить прилегающие к трассе территории и переложить все подземные коммуникации. Тогда же реконструировали и пересечения с магистралями — устаревшие развязки «бабочки» заменили на «клеверные листы», позволяющие сделать разворот.

Решение в пользу этого типа развязок было принято по ряду причин, в том числе из-за компактности и относительно невысокой стоимости строительства. Однако их запас пропускной способности изначально ограничен, такие развязки были идеальны для трафика советского периода, когда на сто человек в среднем приходилось по три автомобиля. Кроме того, к концу тысячелетия МКАД из транзитной трассы, проходившей по границе города, превратился в почти внутригородскую магистраль. Вдоль кольцевой активно строилось жилье, появились и многочисленные бизнес-центры, развлекательные комплексы и сетевые магазины, куда ежедневно по МКАД и вылетным магистралям устремляется огромный поток машин.

Конструкция «клевера» такова, что при больших потоках на нем неизбежно возникают заторы, это связано с зоной перестроения — тем участком развязки, на котором в одном

направлении автомобили съезжают, а в другом въезжают. Въезд на «клевере» расположен перед выездом, что само по себе создает заторы и аварийные ситуации, особенно если под мостом располагаются остановки общественного транспорта. Недостатки «клевера» включают и необходимость левого поворота на 270 градусов. Геометрия дороги влияет на скорость транспортных потоков. На практике скорость движения по клеверной развязке не может превышать 40 километров в час (а в реальности она гораздо меньше), тогда как по соединяемым ею дорогам скорость в разы выше.

«Мы предлагаем менять устаревшие развязки «клеверный лист» на прямые съезды и эстакады, которые позволят улучшить транспортную ситуацию на пересечениях кольцевой автодороги и магистралей», — заявил мэр Москвы Сергей Собянин, объясняя общие подходы к проекту реконструкции МКАД. По словам заместителя мэра Москвы по градостроительной политике и строительству Марата Хуснуллина, основная проблема МКАД — не ширина проезжей части, а развязки клеверного типа, которых большинство. Они хорошо справляются с небольшим количеством автомобилей, но если транспортный поток увеличивается, имеют свойство «самозапираться».

«Строительство направленных съездов, которое сейчас ведет Стройкомплекс Москвы в рамках реконструкции клеверных развязок на МКАД, — одно из эффективных решений по увеличению пропускной способности кольцевой автодороги. Впоследствии все развязки на кольцевой подвергнутся глобальной мощной реконструкции, за исключением тех, которые имеют конструкцию направленных съездов

(например, развязки, построенные на пересечении с Ярославским и Новорижским шоссе)», — пояснил Хуснуллин.

МКАД без пробок

По словам главы Стройкомплекса Марата Хуснуллина, в настоящее время ведется разработка градостроительной документации по реконструкции МКАД и проекта планировки территорий, прилегающих к МКАД. Их планируется утвердить в текущем году. К реконструкции кольцевой дороги власти решили подойти комплексно, проведя тщательный анализ состояния и использования земельных участков и объектов, расположенных вдоль МКАД. Кроме реконструкции развязок будут реконструированы съезды к объектам, расположенным вдоль кольца — большинство из них построено с нарушением технологических норм, что повышает аварийность и затрудняет движение. Эти съезды планируется реконструировать с участием собственников объектов, остальное берет на себя город — за счет бюджета будут построены сами развязки и разгонные полосы.

Реконструкция развязок на пересечениях МКАД с вылетными магистралями города является одной из ключевых мер, которые призваны улучшить движение по кольцевой и главным городским трассам. Выбор в пользу строительства так называемых накопительных развязок с направленными съездами был сделан после всестороннего изучения современного трафика московской кольцевой, окружающей застройки, перспективных транспортных нужд и мирового опыта дорожного строительства.

Развязки с направленными съездами исключают возможность перекрещивающихся потоков машин. Эстакады позволяют автомобилям съезжать и заезжать в несколько рядов, не снижая при этом скорости движения. Строительство направленных съездов возможно при пересечении любого количества дорог без потери высокой пропускной способности. На развязках накопительного типа выезд расположен перед въездом, что более удобно и безопасно для водителей. Такая организация движения снижает риск возникновения аварий на дорогах. И хотя строительство накопительных съездов сложнее по технологии и немного дольше по срокам, для предотвращения транспортного коллапса это признано необходимым. Важно, что на развязках и в местах съездов строятся боковые проезды, которые будут обособлены от основной трассы. Это позволит отделить перестраивающиеся машины от основного потока транспорта и разгрузить правые ряды, а также существенно снизить аварийность и нарушения ПДД.

Эффективность новых развязок можно оценить на примере уже действующих. Одной из первых реконструированных клеверных развязок, где появились направленные съезды, стал объект на пересечении Ленинградки и МКАД. В конце 2012 года там было открыто движение по двум новым эстакадам: левоповоротной по направлению МКАД-запад в сторону Рублевского шоссе и правоповоротной для выезда на МКАД-восток. Осенью 2013 года открыли аналогичную развязку на пересечении МКАД и улицы Подольских Курсантов. В 2014 году запустили движение по левоповоротной эстакаде на развязке МКАД — Мичуринский проспект и сдали Бусиновскую развязку.



Строительство развязки Волгоградский проспект — МКАД



Развязка Волгоградский проспект — МКАД
сдана в эксплуатацию в сентябре 2014 года



Проектировщики развязки Волгоградский проспект — МКАД.
Мастерская №6 АО «Мосинжпроект»

Первые результаты

В сентябре прошлого года запустили движение по развязке на пересечении Волгоградского проспекта и МКАД. В ходе реализации проекта, выполненного всего за полтора года, сооружены левоповоротная эстакада для съезда с Волгоградского проспекта на внешнюю сторону МКАД и левоповоротная эстакада для выезда с Новорязанского шоссе на внутреннюю сторону кольцевой дороги. Также построены два правоповоротных съезда: с Волгоградского проспекта на внутреннюю сторону МКАД и с Новорязанского шоссе на внешнюю сторону кольцевой автодороги. Помимо этого, строители реконструировали участок МКАД протяженностью 1880 м, отрезки Новорязанского шоссе длиной 487 м и Волгоградского проспекта длиной 377 м. Вдоль внешней и внутренней сторон МКАД в районе транспортной развязки обустроены двухполосные боковые проезды для общественного транспорта и автомобилей, съезжающих на поворотные эстакады. Всего построено более 6,5 км дорог.

Генеральным проектировщиком объекта выступила компания «Мосинжпроект», проектированием занималась мастерская №6 — старейшее проектное подразделение, сотрудники которого спроектировали не один десяток знаковых транспортных объектов города.

— Когда мы приступили к проекту МКАД-Волгоградка, продумывали разные варианты, чтобы в результате получить оптимальный, с наименьшим переплетением транспортных потоков, — рассказывает главный инженер проекта Вера Коковская. — Были и другие варианты, но они отсеивались, потому что не удовлетворяли всех нужд. Именно направленные съезды исключают переплетение

потоков. Кроме того, у нас всегда стесненные условия строительства — парк Кузьминки, Подольский лес, Жулебинский природный комплекс, и поэтому мы были очень зажаты. То, что было спроектировано и построено, — оптимальный вариант для этих условий.

По словам главного инженера проекта, особенностью этой развязки является винчестерное устройство левого и правого поворота — повороты «накрыли» эстакадами направленного съезда на П-образных опорах. Таким образом удалось сэкономить место, сделав развязку более компактной. Сам «клевер» проектировщики решили сохранить. «Иногда, я знаю, «клевер» частично демонтируют, но мы оставили его полностью как дополнительную возможность разворота и на перспективу — неподалеку расположено военное училище, для них тоже необходим был выезд», — рассказывает Коковская. Новая развязка позволила улучшить транспортную ситуацию в районе Выхино-Жулебино за счет исключения зон переплетения транспортных потоков по прямому ходу Волгоградский проспект — Новорязанское шоссе и МКАД. Пропускная способность развязки после реконструкции увеличилась на 25-30%.

Другим примером реконструкции «клевера» может служить строящаяся развязка на пересечении Каширского шоссе с МКАД. Она — одна из ключевых для юга Москвы, шоссе из города ведет к аэропорту Домодедово, к Видному и Кашире. Реконструкция развязки стала логичным продолжением комплексной реконструкции Каширского шоссе на территории Москвы, завершенной в 2013 году. В ходе ее построены три тоннеля, боковые дублеры, подземные пешеходные переходы и расширена проезжая часть магистрали, все это увеличило пропускную способность шоссе суммарно на 25%.



Проект реконструкции развязки предусматривает возведение четырех эстакад и тоннеля. Одна эстакада будет обеспечивать съезд с Каширского шоссе (при движении из области) на внутреннюю сторону МКАД, вторая позволит автомобилистам съехать с Каширского шоссе (при движении из центра города) на внешнюю сторону кольцевой автодороги. Еще одна небольшая эстакада предназначена для съезда с МКАД (при движении по внешней стороне) на Каширское шоссе в сторону Подмосковья. Четвертая эстакада расположится прямо над МКАД для разворота транспорта, движущегося со стороны Варшавского шоссе по внешней стороне кольцевой трассы. Тоннель спроектирован вдоль внутренней стороны МКАД при съезде с первой эстакады. В рамках этого проекта будет построено 1,2 км боковых проездов вдоль МКАД, всего в ходе реконструкции развязки построят 10,7 погонных километра новых дорог.

«Левоповоротные направленные съезды возьмут на себя основную нагрузку, — рассказывает главный инженер проекта мастерской №6 АО «Мосинжпроект» Наталья Андреева. — Клевер останется, но в качестве дополнительного ресурса: скорость движения возрастет, и остается вероятность, что кто-то «промахнется» и не свернет вовремя, тогда ему на помощь придет «клевер». К тому же здесь строится пешеходный переход для удобства пешеходов и покупателей торговых центров». По словам ведущего инженера проекта Людмилы Власовой, самое трудоемкое в строительстве этой развязки — это перекладка коммуникаций и возведение опор, достаточно сложен и строящийся пешеходный переход.

Пропускная способность развязки Каширского шоссе с МКАД после реконструкции, по предварительным расчетам, вырастет на 20-25%, что повлияет на загруженность

прилегающего участка МКАД — от 24-го км до Липецкой улицы. Ликвидация пробок и увеличение скорости движения транспорта улучшат экологическую ситуацию в районе развязки.

• • •

По данным Стройкомплекса Москвы, девять «клеверов» уже завершены полностью или частично. В 2015 году предстоит доделать оставшиеся работы на Можайской и Дмитровской развязках. Кроме того, будет завершена реконструкция развязок МКАД с Ленинским и Рязанским крайними правыми полосами на МКАДе работали на 50% своей пропускной способности, а следующие — на 70%, то с пуском направленных съездов они станут работать гораздо эффективнее, и это, в свою очередь, повысит пропускную способность самого кольца и пересекающихся с ним магистралей. Опыт показывает, что МКАД и вылетные трассы освобождаются от серьезных заторов по мере введения в строй новых развязок, и это сказывается на общей дорожной ситуации в столице.

Столичные власти одержали большую градостроительную победу, добившись улучшения дорожной ситуации в городе. За первый квартал этого года в Москве построено почти вдвое больше новых дорог, чем за такой же период прошлого года. Благодаря предпринятым мерам уровень загруженности дорог снизился на 16%. Строительство новых дорог, наряду с реконструкцией вылетных магистралей, возведением развязок и подземных переходов, а также развитием новых территорий и созданием других центров притяжения — часть плана городских властей по модернизации транспортной инфраструктуры, которая является ключом для процветания любого мегаполиса. ☺



ИЗДАН НОВЫЙ УЧЕБНИК «ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА»

В «Издательстве АСВ» вышел в свет учебник «Использование подземного пространства», написанный ведущими специалистами Научно-инженерного центра по освоению подземного пространства АО «Мосинжпроект», профессорами кафедры «Механика грунтов и геотехники» Московского государственного строительного университета М.Г. Зерцаловым, Д.С. Конюховым и В.Е. Меркиным.

В учебнике даются основные сведения и представления о современных тенденциях и закономерностях использования подземного пространства, а также о преимуществах и ограничениях, которые необходимо учитывать при его освоении. Подробно рассматриваются объемно-планировочные и конструктивные решения подземных сооружений различного назначения, требования, предъявляемые к охране окружающей среды при строительстве и эксплуатации подземных объектов. В учебнике рассмотрены и систематизированы аварии и нештатные ситуации, случившиеся с сооружениями, построенными как открытым, так и закрытым способами, и проанализированы вызвавшие их причины. В заключении обсуждаются риски, характерные для строительства и эксплуатации подземных сооружений, способы их определения, систематизации и управления. В учебнике показаны возможности и необходимость освоения подземного пространства и создания в нем условий, необходимых для жизнедеятельности человека.

Учебник предназначен для студентов строительных вузов, а также широкого круга специалистов, научных работников и аспирантов, занимающихся проблемами использования подземного пространства.

«Интенсивное развитие градостроительства во всем мире, в частности, в нашей стране, приводит к тому, что в таких мегаполисах, как Москва и Санкт-Петербург, возникает дефицит городских территорий. Единственный, оптимальный во многих случаях, путь решения указанной проблемы заключается в освоении подземного пространства...

В учебнике подробно рассмотрены ключевые аспекты, определяющие развитие подземного строительства. К ним относятся: совершенствование объемно-планировочных и конструктивных решений возводимых подземных сооружений, разработка их классификаций, влияния строительства и эксплуатации подземных объектов на окружающую среду и принимаемые меры по ее охране, изучение причин и последствий аварий подземных сооружений и их предотвращение, расчет и управление рисками, возникающими при освоении подземного пространства. Все перечисленные вопросы рассмотрены в тринадцати главах, которые написаны грамотно, простым и ясным для понимания языком. Все рисунки информативны, качественно сделаны и хорошо увязаны с текстом».

З.Г. Тер-Мартirosян

Заслуженный деятель науки РФ, лауреат премии Правительства РФ, доктор техн. наук, профессор кафедры «Механика грунтов и геотехники» Московского государственного строительного университета

«Строительство подземных сооружений различного назначения определяется общей стратегией освоения подземного пространства, которая требует решения многочисленных задач, связанных с различными направлениями человеческой деятельности под землей. Воплощение в жизнь указанной стратегии усложняется тем, что при ее реализации необходимо учитывать взаимодействие очень многих факторов: инженерно-геологических, экологических, технологических, планировочных и т.п.

Цель... учебника заключается в том, чтобы, наряду с рассмотрением основных принципов освоения подземного пространства, дать... представление о современных тенденциях и закономерностях его использования, о преимуществах и ограничениях, которыми при этом приходится руководствоваться. Не менее важно также привить студентам знания об объемно-планировочных и конструктивных решениях возводимых подземных сооружений, о требованиях, предъявляемых к охране окружающей среды, о возможностях подземного пространства для создания в нем условий среды обитания, необходимых для жизнедеятельности человека и его проживания».

Л.В. Маковский

Профессор, заведующий кафедрой «Мосты и транспортные тоннели» Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ)



«Впервые в нашей стране авторами обобщены и систематизированы в виде учебника современные взгляды на стратегию освоения подземного пространства. Авторами решена основная задача учебника... — сформировать у студента понимание того, зачем необходимо освоение подземного пространства, каковы общие принципы его использования, в чем заключаются преимущества и недостатки подземного строительства объектов и комплексов по сравнению с наземными и какие ограничения на возведение подземных сооружений накладываются...

Считаю подготовленный М.Г. Зерцаловым, Д.С. Конюховым и В.Е. Меркиным учебник «Использование подземного пространства» очень своевременным и полезным для студентов, аспирантов, а также научных и инженерно-технических работников, занимающихся вопросами, связанными с подземным строительством...».

Н.Н. Бычков

Заместитель главного инженера ОАО «Трансинжстрой», доктор техн. наук, лауреат Ленинской, Государственной и Совета Министров СССР премий, академик Российской академии транспорта, Академии горных наук, Петровской академии наук и искусств



ГЕРМЕТИЗАЦИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ СТАДИОНОВ: НОВЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ

SEALING STADIUM EXPANSION JOINTS: A NEW PROCESS YIELDS WATERTIGHT RESULTS

Лестер Хенсли — президент и генеральный директор
компании EMSEAL Joint Systems, Ltd, США

Lester Hensley — President and CEO of EMSEAL Joint
Systems, Ltd.

EMSEAL Joint Systems, Ltd
25 Bridle Lane, Westborough, MA 01581-2603, USA
E-mail: techinfo@emseal.com

В статье рассматриваются проблемы протечек из деформационных швов стадионов. Автор предлагает несколько концептуальных решений, с помощью которых можно избежать этой проблемы и сэкономить на устранении протечек.

The article deals with the problem of leakages in expansion joints of stadiums. The author offers several steps that have to be followed in construction which can ensure the stadium remains dry and free of the need for expensive refurbishment.

Деформационные швы большинства стадионов протекают. Их владельцы не хотят смотреть правде в глаза и каждый год тратят тысячи, а то и миллионы долларов, чтобы устранить протечки. В редких случаях встречаются стадионы с водонепроницаемыми швами, они отличаются тем, что при их сооружении участники проекта отходят от традиционного отношения к своей работе и устоявшимся методам проектирования и строительства. Этот процесс должен начинаться на ранних стадиях проектирования и планирования и продолжаться до конца строительства. Как владельцам стадионов обезопасить свои строительные объекты от протечек? Если соблюдать следующие шаги на протяжении всего проекта, то стадион будет сухим и не потребует дорогого ремонта.

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ВЛАДЕЛЬЦА — грамотное составление бюджета

Расходы на деформационные швы занимают в стандартном строительном бюджете стадиона менее половины процента. Тем не менее большинство проблем, возникающих после сдачи этих сооружений в аренду, связано с просачиванием воды. Владельцы должны прислушиваться к мнению проектировщиков, когда те рекомендуют использовать передовые технологии, и быть готовыми предоставить дополнительные ресурсы, не включенные в договор на проектирование, для разработки надлежащей детализации швов и их взаимосвязи с другими конструктивными элементами здания. Потратив немного больше строительного бюджета на гидроизоляцию, владельцы и управляющие стадионов могут ожидать и даже требовать надежного, водонепроницаемого и долговечного уплотнения швов.

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРОЕКТИРОВЩИКА — учет технологий уплотнения швов в самом начале проектирования

Даже лучшая гидроизоляционная система даст протечку, если в ее мембране есть отверстия. Конструктивные деформационные швы представляют собой запланированные отверстия в водонепроницаемой мембране. Поэтому разумно с самого начала продумать, как герметизировать эти большие отверстия, и определить, какие мембранные материалы использовать. Чтобы исключить из проекта проблемы с деформационными швами, необходимо начать со следующих шагов.

Осознание необходимости деформационных швов

Строительные материалы имеют свои ограничения. Со временем жесткие погодные условия могут вызвать повреждение постройки. Трещины, возникшие из-за перенапряжения материалов, почти невозможно заделать, они также могут привести к опасному понижению прочности конструкции. Правильно спроектированные деформационные швы предотвратят появление трещин, а тщательно подобранная уплотнительная система выдержит погодные условия и сохранит строительный объект сухим.

Осмотрительность при выборе места для деформационного шва

Подальше от углов. Углы — плохое место для деформационных швов. Не стоит отливать зазоры в углах и использовать стыки сборных железобетонных угловых блоков для размещения конструктивных деформационных швов. Невозможно построить правильный угол, одновременно создавая в нем деформационный стыковой зазор подходящей ширины. Более того, геометрия плоскостей угла делает установку уплотнительных систем трудновыполнимой задачей. Вместо этого следует отлить цельные углы или сварить соединительные детали сборных железобетонных элементов и сделать их неподвижными. Необходимо выполнить конструктивный деформационный шов в виде прямой линии на небольшом расстоянии от углов.

Не через клумбы. Не стоит пытаться герметизировать конструктивные деформационные швы под клумбами. Если шов проходит через зоны, где запланировано устройство клумб, следует разделить их расположенными вплотную двойными стенками, оставив пространство для герметизации шва.

Вдали от прямых источников воды. Нельзя делать откосный дренаж поперек швов и устраивать отверстия для стока воды вблизи них. Вместо этого можно расположить швы, например, в верхней части наклонной площадки. Не стоит ожидать, что донная плита будет отводить воду с площадки над швом, под ним или через него.

Внутренние помещения. Швы прорезают насквозь всю постройку. Поэтому необходимо продумать планировку внутренних помещений с учетом деформационных швов. Если сплани-

ровать расположение швов заранее, возможно даже спрятать их между двойными стенами внутренних помещений, благодаря чему швы не испортят внешний вид интерьера, и их не нужно будет перекрывать. Необходимо убедиться в том, что субподрядчики, которые занимаются отделкой внутренних помещений, знают, где расположены швы и какое влияние они могут оказать на размещение механического или водопроводного оборудования. Наконец, нужно произвести отбор и составить технические характеристики цельнометаллических деформационных швов для высоких нагрузок, способных выдерживать движение небольших колесных тележек для доставки пищи, уборки и другое движение, которое обычно разрушает системы швов из металлических направляющих и резинового уплотнителя.

Тщательный выбор опорных конструкций

Необходимо отдать предпочтение двойным колоннам вместо одинарных колонн со скользящими опорами. Использование в конструкции одинарных колонн усложняет уплотнение их капителей и создает такие сдвиги, для которых большинство систем герметизации швов не предназначено. Двойные колонны позволяют поддерживать цельность уплотнения.

Точное определение размера шва

Чтобы правильно определить размер шва, нужно учесть четыре основных аспекта: ожидаемое движение, диапазон температур при эксплуатации и установке, превышение установленных допусков и подвижность. Архитекторы должны руководить определением размеров при проектировании швов. Строительная команда часто дает рекомендации, не учитывая свойства материала и его подвижность, а также другие факторы, влияющие на конструкцию шва. Такой ситуации можно избежать, если архитекторы самостоятельно выберут технологию и представят ее строительной группе, задав вопрос: «Какой ширины должен быть шов, если мы закроем его с помощью ЭТОЙ технологии?» в результате при вычислении ширины шва будет учтена подвижность того типа продукта или технологии, которые предполагается использовать.

Тщательный выбор подходящей технологии

Стоит ограничить выбор технических характеристик теми производителями, которые постоянно специализируются на герметизации швов, имеют продуманную технологию, могут гарантировать водонепроницаемость уплотнителя на участках изменения плоскости и направления шва, а также ориентированы на качество. Среди поставщиков от индустрии специальной продукции наблюдается тенденция переводить свои товары в категорию широкого спроса, лишая их многих ценных свойств, которые необходимы для обеспечения их эффективности. Способность и желание производителей предлагать ре-

шения и производить водонепроницаемые переходники для участков изменения плоскости и направления шва, например, переходники с загибами вверх и вниз, остается редким отличительным качеством.

Особенностями специализированных систем герметизации швов являются встроенные гидроизолирующие прокладки из пригодной для горячей сварки термопластической резины, которые вкладываются в гидроизолирующий материал многослойной плиты. Эта особенность гарантирует полную водонепроницаемость занимаемой площади, а сверхпрочные алюминиевые или стальные боковые направляющие и покрывающие ленты из нержавеющей стали позволяют проводить долгосрочное техническое обслуживание уплотняющей вставки, которая, в свою очередь, предназначена выдерживать постоянное движение.

Проектирование в трех измерениях

При проектировании следует составить изометрический схематичный чертеж швов всего стадиона с указанием всех участков изменения плоскости, направления и пересечения швов с другими материалами. Это позволит команде проектировщиков достичь взаимопонимания, а всем участникам проекта — выявить и исключить множество проблем до начала строительства. Следует указывать в ссылках материал, выбранный для каждого из швов на схематичном чертеже, и представить подробный поперечный разрез. Кроме того, важно отобразить аксонометрические подробности каждого переходника на участках изменения плоскости и направления шва, особенно при изображении переходов между технологиями, использующими различные материалы, например, между швами плит пола и стены. Производители, как правило, размещают на своих веб-сайтах информацию о большинстве аксонометрических подробностей, необходимых для детализации и описания характеристик водонепроницаемых переходников между секциями одного продукта, а также между разными технологиями. Это сводит решение подобных задач к простым действиям — разрезанию и установке материала.

Информирование всех участников проекта о расположении швов

Необходимо убедиться, что деформационные швы отображены на всех чертежах, включая строительные, архитектурные, технические и ландшафтные. Важно включить в описание технических характеристик специальную ссылку на обязанности всех субподрядчиков для правильного выполнения работы по деформационным швам.

Составление специальных технических характеристик проекта

Стадионы — не место для использования стандартного подхода к проектированию деформационных швов. Тех-

нические характеристики по каждому виду работ должны соответствовать требованиям каждого отдельно взятого объекта. Стоит исследовать доступные технологии для внедрения их в проект и составить технические характеристики, отражающие выбор. Важно строго придерживаться плана на протяжении всего проекта, чтобы обеспечить последовательность применяемой технологии и целостность уплотнения.

Приоритет передовых технологий

Установка систем герметизации швов занимает очень малую долю работ по возведению стадиона. Проектировщики, вовлеченные в вышеописанный процесс, в котором деформационным швам уделяется особое внимание, должны решительно отстаивать собственные технические условия, включающие применение передовых систем герметизации швов, и не сдаваться, даже если их будут принуждать заменить выбранные технологии на более дешевые и менее эффективные аналоги.

ИСПОЛНЕНИЕ КОНТРАКТА — обязанности главного подрядчика и владельца

Тщательный отбор подрядчиков

Передача работы выбранной группе подрядчиков, как правило, рекомендованных производителем систем герметизации деформационных швов, может стать серьезным фактором, обеспечивающим водонепроницаемость уплотнения. Эти подрядчики должным образом обучены устанавливать выбранные системы и могут использовать свойства основ для достижения полной водонепроницаемости. Поскольку эти подрядчики тесно сотрудничают с производителем, они вряд ли станут снижать цену за свою работу, сохраняя минимальные затраты на изменение заказа. Они также, скорее всего, высоко квалифицированы и будут настроены участвовать в процессе обмена информацией между проектировщиком, представителем владельца, производителем и главным подрядчиком.

Частый и прозрачный обмен информацией

Перед началом строительства необходимо провести встречу со всеми участниками работ, касающихся деформационных швов. Это совещание следует провести до заливки бетона, которая определит границы деформационных швов. Важно, чтобы все строительные инспекторы и мастера участков, которые несут ответственность за бетонирование, посетили эту встречу, где будут рассматриваться такие вопросы, как:

- формирование стыковых зазоров с учетом температурных изменений;
- создание монолитной формы швов, чтобы предотвратить их обрушение или искривление;

- правильное укрепление и сквозная вибрация краев плит и пустотообразователей;
- отсутствие допусков при формировании пустот;
- подгонка бетонных работ для окончательной подготовки к использованию пустотообразователей;
- размещение, поднятие и формирование кромок швов;
- бетонные работы на участках перехода шва в вертикальную плоскость;
- защита швов и проезжей части до начала нормальной эксплуатации плит.

Важность деформационных швов на всех этапах строительства

Необходимо включать деформационные швы в программы совещаний на протяжении всего строительства. Многие субподрядчики, в том числе производящие электромонтаж, установку систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, возведение кирпичной кладки, настил пола, отделку фасада панелями, гидроизоляцию и герметизацию, работают в непосредственной близости от деформационных швов, а значит, обязаны знать, что их работа не должна затруднять конструктивное движение деформационных швов или каким-либо образом нарушать их водонепроницаемость. По мере продвижения строительства главный подрядчик должен подчеркивать важность деформационных швов на каждой из стадий этого процесса. Деформационные швы должны считаться одним из важнейших элементов строительства, а не дополнением к проекту по его завершении. Недостаточное понимание важности деформационных швов при строительстве значительно повышает риск задержек, превышения затрат и переделывания работы во время подготовки швов к установке систем герметизации.

Ложи, которые не нагреваются или не охлаждаются; сломанные плоские телеэкраны и мешки для мусора на сиденьях дорогих корпоративных лож; разъяренные и мокрые высокооплачиваемые спортсмены; упущенный доход из-за разрешения поставщикам отступить от технических требований; риск поскользнуться на льду — это только некоторые из постоянных жалоб владельцев и управляющих стадионов, которые возникают по причине протекания деформационных швов. Более того, цена большинства контрактов на замену деформационных швов намного превышает стоимость изначально правильного устройства швов при строительстве. Сооружение стадиона — сложный процесс. Эффективность перечисленных выше мер по устройству деформационных швов уже доказана на практике: так например, этот подход применялся при строительстве новых сооружений, таких как Филлис Болл-парк и Киспэн Парк, а также при замене швов на эксплуатирующихся объектах, таких как Федэкс-филд, Фенуэй Парк и Американ Эйрлайнс-арена.

МОНИТОРИНГ ВЫСОТНЫХ И БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ СООРУЖЕНИЙ С УЧЕТОМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЗАМЕРОВ ВЕТРОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

MONITORING OF TALL AND LONG-SPAN STRUCTURES TAKING INTO ACCOUNT NUMERICAL SIMULATION AND WIND MEASUREMENTS

Дубинский С.И. — кандидат технических наук, директор центра SPECTRUM R&D в ГК «Спектрум»
E-mail: spectrum@spgr.ru

Dubinsky S.I. — PhD in technical sciences, Director of Centre SPECTRUM R&D in Spectrum Group of companies
E-mail: spectrum@spgr.ru

Рассматривается схема мониторинга перемещений и ускорений высотных и большепролетных сооружений, предусматривающая синхронизацию замеров параметров ветра и отклика конструкции. При наличии базы данных, полученных в результате предварительного численного моделирования ветровой аэродинамики и напряженно-деформированного состояния конструкции, возможна идентификация и локализация дефектов даже при малых воздействиях при автоматически определяемом рассогласовании замеренных и расчетных значений параметров. Описана сфера применения методики.

The scheme of monitoring of displacements and accelerations of high-rise and long-span constructions providing synchronization of measurements of parameters of wind and response of a structure is considered in the following article. The presence of the database received in result of preliminary numerical simulation of wind aerodynamics and the stress-deformed condition of a structure makes possible the identification and localization of defects even in case of small influences at automatically defined mismatch of the measured and calculated values of parameters. Scope of a technique is also described.

«Приборы? Двадцать пять! Что — двадцать пять? а что — приборы?». Эта шутка нередко вспоминается при изучении результатов мониторинга. При замерах перемещений, ускорений, усилий для высотных и большепролетных сооружений в сложившейся отечественной и зарубежной практике, как правило, не предусматривается синхронного замера ветровых нагрузок, в основном и вызывающих изменение во времени замеряемых при мониторинге характеристик.

Существующие нормативные подходы контролируют наступление «предавварийных» ситуаций (с большими перемещениями), замеры проводятся с относительно большим шагом по времени. Это оправдано, когда речь идет об осадках сооружения. Среди наиболее значимых отметим, в частности, работы под руководством Н.К. Капустян.

В случае «гибких» сооружений, подверженных влиянию ветра (изменяющегося с высокой частотой и в широком диапазоне по направлению и скорости), их отклик (перемещения и ускорения) также изменяется и по знаку, и по величине в десятки раз.

Конструкция (не исключено) уже имеет дефект (повреждение), но ветра, при котором реализуются большие по величине перемещения (которые система мониторинга распознает как «предавварийные») еще не «случилось».

Мост в Волгограде изначально имел существенные недостатки, но система мониторинга сигнализировала о них, лишь когда ситуация стала «резонансной» (и в переносном, и в прямом смысле). Ветер замерялся (по имеющимся данным) с шагом в несколько минут, спектр и направление с точностью не известны. В результате — изучение произошедшего в мае 2010 года явления оказалось сложным из-за нехватки исходной информации для анализа. Автор также проводил подобные исследования. и даже первым (через 4 дня после события, см. сайт dwg.ru) провел расчеты, показывающие физику явления. Резонанс произошел из-за заниженных (относительно мостов-аналогов) частот собственных колебаний (0.4 Гц). Аэродинамика в варианте одного пролетного строения (как реализовано) значительно «хуже», чем при двух (что предполагалось при проектировании), втрое выше амплитуды вертикальных колебаний, ниже критическая скорость ветра.

Здесь нужно заметить, что замеры ветра (три компоненты) должны проводиться минимум 10 раз в секунду, что позволит отследить

резонансные явления для моста (с периодами в несколько секунд). Данные по спектрам ветра явно недостаточны и опираются, как правило, на зарубежные исследования. Сеть метеостанций очень разрежена, замеры ветра с необходимой частотой не являются приоритетными.

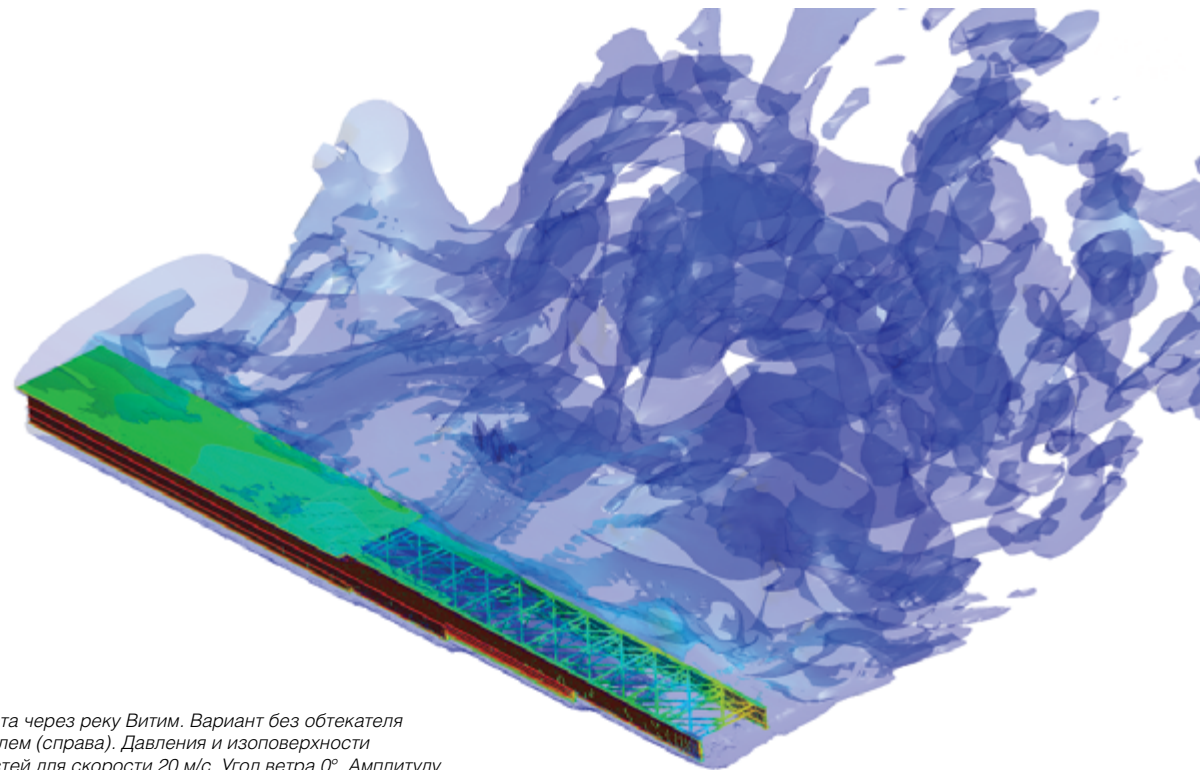
Если бы хоть немного заглядывать в будущее, удалось бы избежать многих катастроф или минимизировать их последствия. Математическое моделирование сооружений позволяет создавать виртуальную модель объекта и оценивать ее отклик при потенциально возможных ситуациях.

В последние 10-15 лет бурно развивается вычислительная гидрогазодинамика (CFD), совершенствуются технологии расчетов ветровых воздействий на здания и сооружения при неуклонно возрастающей мощности компьютеров. Ведущие зарубежные исследовательские и проектные организации все чаще комбинируют испытания и «численные» эксперименты. В перспективе роль математического моделирования, как показал опыт в смежных отраслях (например, аэрокосмической) и задачах (строительная механика), будет только возрастать.

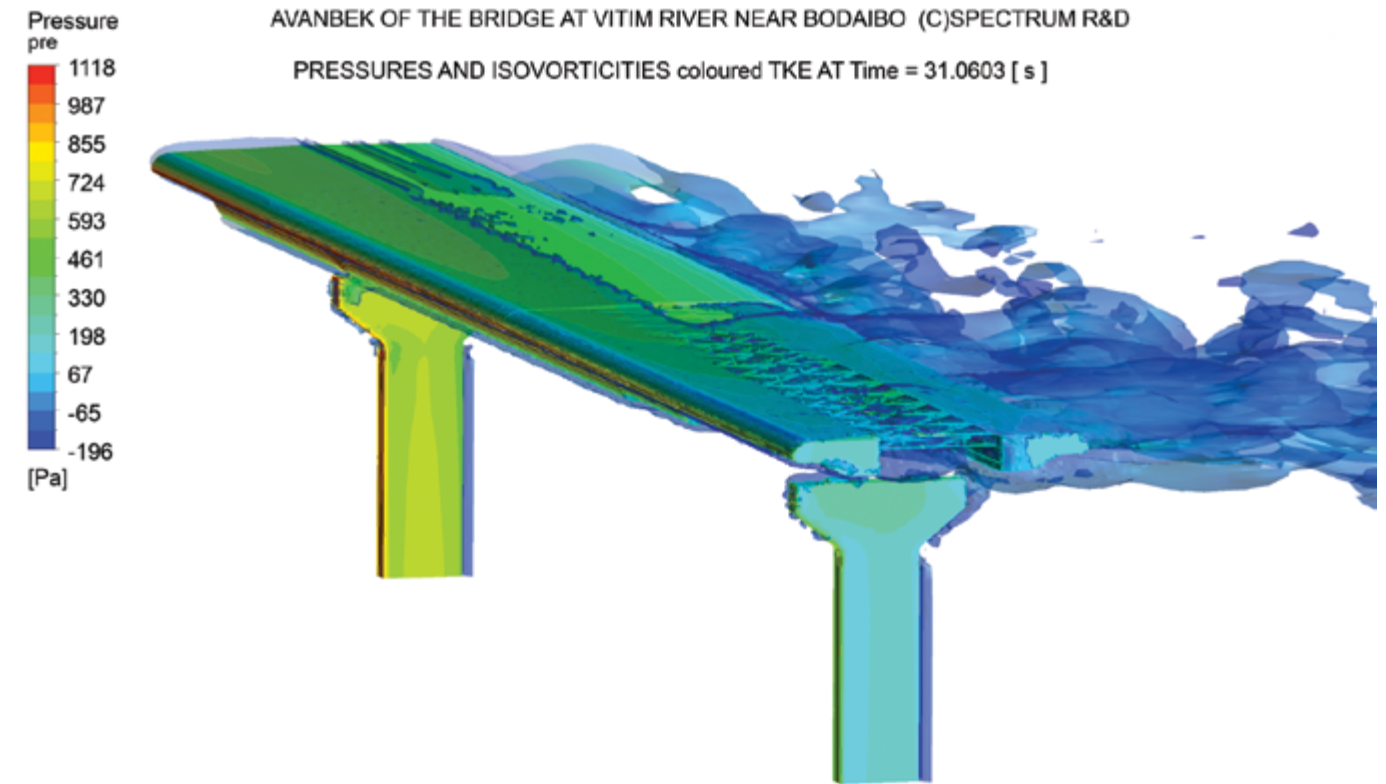
Разработка, программная реализация и применение верифицированной методики, основанной на численном решении трехмерных уравнений гидрогазодинамики, позволяет отечественным специалистам определять ветровые воздействия на высотные и большепролетные сооружения с необходимыми достоверностью, полнотой и оперативностью. В частности, автором в МГСУ и (с 2014 года) в ООО «Спектрум-Холдинг» проведено численное моделирование аэродинамики и прочности целого ряда ответственных сооружений (включая олимпийские объекты) [1]. Результаты хорошо согласуются с данными испытаний в аэродинамических трубах и натурными замерами.

В качестве основного расчетного инструмента выбран лицензионный универсальный программный комплекс (ПК) ANSYS Mechanical CFD [2], самый популярный и один из наиболее мощных. С участием автора проведена верификация ПК согласно требованиям Российской академии архитектуры и строительных наук [3].

В рамках диссертационных исследований [1] автором предлагалось создание виртуальной модели комплекса зданий МГСУ как «полигона» для отработки системы мониторинга с учетом одновременного замера ветровых воздействий и динамического поведения конструкции пере-



Аванбек моста через реку Витим. Вариант без обтекателя и с обтекателем (справа). Давления и изоповерхности завихренностей для скорости 20 м/с. Угол ветра 0°. Амплитуду вертикальных перемещений удалось уменьшить почти в четыре раза



мещений и ускорений верхних этажей административного корпуса. Примерный алгоритм следующий:

1. Замеры скоростей (средних значений и пульсаций) и направлений ветра на близкорасположенных зданиях.
2. Мониторинг давлений в точках на фасадах для верификации аэродинамической модели.
3. Назначение точек мониторинга динамических характеристик и напряженно-деформированного состояния.
4. Верификация (идентификация) массово-прочностной компьютерной модели МГСУ.
5. Создание базы данных ускорений (максимумы и спектры) при различных направлениях ветра по данным натурных замеров и численного моделирования.
6. Мониторинг, предусматривающий сравнение измеряемых характеристик с «эталонными».

Согласование расчетных данных с проведенными замерами оказалось удовлетворительным, только «вычленив» ветровую составляющую, удалось достоверно проанализировать спектр виброускорений.

Опыт анализа ряда аварий и катастроф последних десяти лет (в частности, обрушение «Трансвааль-Парка» и Басманного рынка с десятками человеческих жертв) наглядно демонстрирует необходимость научного подхода

к исследованию мостов, высотных и большепролетных сооружений. В свою очередь, высокое качество проектных расчетов ККЦ «Крылатское» (проводившихся ООО «ГК-Техстрой») позволило минимизировать последствия разрушения опорного узла (вызванного некачественным изготовлением), прогрессирующего обрушения не произошло. Уже через полгода объект был полностью восстановлен.

Таким образом, эффективным обеспечением безопасности уникальных «гибких» сооружений при эксплуатации могла бы быть схема мониторинга с одновременным замером скорости ветра. Основные ее составляющие следующие:

- натурные замеры на площадке для определения розы ветров, оценки турбулентности, корреляции;
- моделирование аэродинамики и/или испытания в аэродинамической трубе;
- моделирование прочности с оценкой повреждаемости при различных параметрах ветра (и других нагрузок, в частности трафика) оптимизацией слабых мест и назначением мест расположения датчиков;
- идентификация и верификация компьютерной модели путем сопоставления с натурными замерами виброперемещений (ускорений);
- подготовка базы данных рассчитанных параметров аэродинамики и соответствующего «отклика» сооружений при различных параметрах ветра;

- подготовка базы данных параметров объекта при различном трафике;
- мониторинг с одновременным контролем ветра и сверкой замеренных параметров моста (сооружения) с расчетными параметрами;
- оценка появления и мест возникновения дефектов на основе анализа «расхождения» данных мониторинга;
- прогноз ресурса и долговечности с учетом розы ветров и вероятного трафика.

Реализация соответствующей схемы планируется на ряде объектов, для которых центром компьютерного моделирования SPECTRUM R&D выполнялись и выполняются расчетные исследования и поверочные расчеты (МФК «Алкон» и «Скай-Сити» в Москве, терминалы аэропортов Саратова и Перми, мост через реку Витим у г. Бодайбо (см. рис.) и др.).

Для мостового перехода через Керченский пролив такая схема мониторинга выглядит не только уместной, но и необходимой. Анализ поведения пролетных строений, опирающихся на сотни опор, погруженных в сверхсложный грунт, подвергающихся действию ледовых и волновых нагрузок, позволил бы уже при «малом» ветре определить возникновение «коллизии» и локализовать ее расположение. Стало бы возможным исправить ситуацию, не дожидаясь «критического» ветра с необратимыми последствиями.

На наш взгляд, необходимо широкое обсуждение про-

блемы специалистами и включение такого подхода в нормативные документы и СТУ на уникальные объекты.

Для объектов АО «Мосинжпроект» такие подходы также могут быть применены. В более широком смысле (принимая во внимание не только воздействие ветра) можно рассмотреть применение аналогичного виртуального моделирования, синхронизированного с мониторингом, и для подземных сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дубинский С.И. Численное моделирование ветровых воздействий на высотные здания и комплексы: дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. — М.: МГСУ, 2010.
2. ANSYS 15.0 User's Guide. — Canonsburg, 2014.
3. Белостоцкий А.М., Дубинский С.И. Некоторые аспекты верификации программных средств численного моделирования конструкций и сооружений // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. — 2008. — Vol. 4. — Is. 2. — P. 30.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРОПОЛИТЕНА

SCIENTIFIC AND TECHNICAL SUPPORT OF SUBWAY DESIGN AND CONSTRUCTION

Бычков Н.Н. — доктор технических наук,
ОАО «Трансинжстрой»

Меркин В.Е. — доктор технических наук, профессор,
НИЦ ОПП АО «Мосинжпроект»

НИЦ ОПП АО «Мосинжпроект»

115114, Москва, ул. Летниковская, д. 10/11, стр. 5

E-mail: nitsopp@yandex.ru

Дорман И.Я. — доктор технических наук

Елгаев С.Г. — доктор технических наук

Мазеин С.В. — доктор технических наук

Мутушев М.А. — доктор технических наук

Тоннельная ассоциация России

107078, г. Москва, ул. Новорязанская, д. 16/11, стр. 1, под. 3,
оф. 80

E-mail: info@rus-tar.ru

Buchkov N.N. — Doctor of Engineering Science, JSC
Transinzhstroj

Merkin V.E. — Doctor of Engineering Science, Professor, JSC
Mosinzhproekt

JSC Mosinzhproekt

11/10, b. 5, Letnikovskaya str., Moscow, 115114, Russia

Dorman I.Ya. — Doctor of Engineering Science

Yelgaev S.G. — Doctor of Engineering Science

Mazein S.V. — Doctor of Engineering Science

Mutushev M.A. — Doctor of Engineering Science

Russian Tunneling Association

16/11, b. 1, entrance 3, office 80, Novoryazanskaya str., Moscow,
107078, Russia

E-mail: info@rus-tar.ru

В статье рассматриваются вопросы организации на постоянной основе научно-технического сопровождения проектирования и строительства подземных сооружений как комплекса работ научно-аналитического, методического, информационного, экспертно-контрольного и организационного характера, способствующего обеспечению единой научно-технической политики.

The article covers the topic of organization on an ongoing basis of scientific and technical support for the design and construction of underground constructions. The authors see it as a complex of scientific, analytical and methodical works, as much as information, expert, regulation and institutional arrangements conducted to ensure a unified scientific-technical policy.

Проектирование и строительство подземных сооружений — это весьма наукоемкая область техники и производства, которая существует и развивается в нашей стране и за рубежом многие десятки лет.

Данная статья носит прикладной характер, поэтому нас интересуют, в первую очередь, проблемы науки подземного строительства современного периода и, главным образом, применительно к условиям нашей страны.

1. РЕШЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Многообразие подземных сооружений очень велико. Это тоннели различного назначения (автомобильные, железнодорожные, гидротехнические, коммунальные и др.), метрополитены, хранилища различного назначения, торговые комплексы и прочие сооружения, обусловленные интенсификацией процессов комплексного освоения подземного пространства.

Наверное, оправданным будет подход, предусматривающий, что при получении научного решения по вопросам, относящимся к строительству наиболее технически сложных подземных сооружений, это «автоматически» даст решение аналогичных вопросов для более простых подземных сооружений.

В профессиональном сообществе не вызывает сомнений то обстоятельство, что наиболее сложную гамму научно-технических проблем перед нами на сегодняшний день ставит программа развития московского метрополитена. Это обусловлено темпами и объемами проектирования и строительства, сложностью организации работ в условиях городской застройки, весьма неблагоприятной геологией и еще целым рядом причин.

Необходимо отметить, что Москва, Санкт-Петербург, другие города Российской Федерации, где ведется крупное подземное строительство, конечно же, не обделены вниманием науки. В интересах этих строек (включая проектные работы) проводится большое количество научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских разработок (НИОКР). Исполнителями этих работ являются научные учреждения, не только лучшие в нашей стране, но и снискавшие мировое признание. Это Горный институт НИТУ МИСиС (бывший МГГУ), Московский государственный университет путей сообщения (ИПСС), Институт динамики геосфер Российской академии наук,

Горный институт КНЦ РАН, ЦНИИС (филиал: Научно-исследовательский центр «Тоннели и метрополитены»), НИПИИ «Ленметрогипротранс», Санкт-Петербургский государственный университет путей сообщения, такие организации, как НИЦ ОПП АО «Мосинжпроект», НИЦ ТА и ряд других. В этих организациях трудятся такие маститые ученые, как Н.Н. Мельников [1], М.Г. Зерцалов [2], Б.И. Федунец [3], В.А. Гарбер [4], К.П. Безродный [5] и другие. Их вклад в науку подземного строительства трудно переоценить.

Некоторые ученые, а также заказчики искренне уверены, что те НИОКР, которые выполняются, это и есть научно-техническое сопровождение проектирования и строительства подземных сооружений. На самом деле это не так. Те НИОКР, которые выполняются в настоящее время и в которых на самом высоком уровне решаются весьма актуальные научно-технические задачи, не являются научно-техническим сопровождением проектирования и строительства, а являются локальным научно-техническим обеспечением решения тех или иных производственно-технических проблем. Причем решения о выполнении НИОКР принимаются, как правило, организациями-заказчиками (хотя и с учетом рекомендаций ученых), которые настроены на минимизацию научных исследований и конструкторских разработок и в ряде случаев принимают технические решения административно-командными методами.

В условиях строительства московского метрополитена проблема усугубляется большим количеством участников проектных и строительных организаций (вполне оправданным с точки зрения производственных задач). Все эти предприятия обладают высокими профессиональными качествами в своей области, но каждое из них имеет свой опыт, свои навыки, свои традиции (производственные) и, наконец, свои возможности. И отношение к использованию научной поддержки у них у всех разное. В результате мы сдаем метрополитену не единый комплекс, созданный на основе научно обоснованных, оптимальных, унифицированных технических решений, а «лоскутное одеяло», с которым ему придется еще долго разбираться.

Выстроить в такой ситуации какую-либо единую научно-техническую политику весьма затруднительно по указанным выше причинам, а также по причине отсутствия системы координации и контроля выполнения НИОКР. Между тем такие системы в мировой практике суще-

яния строительства (на основе научного прогноза и анализа данных мониторинга объектов, осуществляемого специализированными организациями);

- качества и экономичности выполняемых работ, надежности объектов строительства, с учетом их уникальности и ответственности.

Структуру научно-технического сопровождения метроостроения можно представить в виде укрупненной схемы взаимодействия организаций, участвующих в проектировании и строительстве метрополитена (см. схему).

4. ЗАДАЧИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ МЕТРОСТРОЕНИЯ

В ходе выполнения научно-технического сопровождения проектирования и строительства метрополитена должны решаться задачи:

- участия в предварительной проработке концепции планируемого к сооружению объекта метрополитена, в подготовке задания на проектирование;
- участия в принятии оптимальных проектных решений по техническим и технологическим вопросам, возникающим в процессе проектирования и строительства;
- участия в составлении перечня и подготовке на стадии строительства технических заданий на разработку ППР, технологических карт, регламентов, ТУ и др.;
- составления программы работ по проведению НТСС и технических заданий на различные виды мониторингов;
- экспертного анализа проектной документации в целях совершенствования объемно-планировочных и конструктивных решений, уточнения перечня особо ответственных узлов и элементов для проведения мониторинга (совместно со специализированными организациями и проектировщиком);
- анализа выполненных расчетов по проектируемому объекту строительства;
- анализа и обобщения данных всех видов мониторинга, полученных от специализированных организаций;
- оценки пригодности конструкций, выполненных с отклонениями от проекта, в том числе обоснованной соответствующими расчетами и дополнениями к проектной документации (совместно с проектировщиком);
- разработки специальных технических условий и дополнительных технических рекомендаций, не входящих в действующие нормативно-технические документы;
- разработки рекомендаций и предложений по совершенствованию технологий строительно-монтажных

работ и применению новых эффективных материалов на основе передовых достижений науки, техники, зарубежного и отечественного опыта;

- разработки рекомендаций (при необходимости) по защите окружающих зданий и сооружений.

В Решении по научно-техническому сопровождению проектирования и строительства объектов московского метрополитена не затронуты задачи мониторинга, в том числе мониторинга несущих конструкций, геотехнического мониторинга, мониторинга зданий и сооружений окружающей застройки и т.д. Безусловно, эти работы проводятся при строительстве, но они, так же, как и НИОКР, единообразно не структурированы, не подвергаются комплексному анализу и координации, не обеспечены сметно-финансовым механизмом и не защищены от действий отдельных должностных лиц, желающих сэкономить.

Научно-техническое сопровождение и мониторинг строительства тесно связаны и должны развиваться совместно. Необходимо, чтобы специалисты, практикующие в этой области, вносили свои предложения по совершенствованию и оптимизации мониторинга и НТСС в свете изложенного.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельников Н.Н., Епимахов Ю.А., Абрамов Н.Н., Кабеев Е.В. Сотрудничество науки и производства — залог эффективного и безопасного строительства подземных сооружений // Метро и тоннели. — 2013. — № 6. — С. 10-13.
2. Меркин В.Е., Зерцалов М.Г., Конюхов Д.С. Управление геотехническими рисками в подземном строительстве // Метро и тоннели. — 2013. — № 6. — С. 36-39.
3. Яцков Б.И., Синицкий Г.М., Кутузов Б.Н., Максимова В.Н., Меркин В.Е., Федунец Б.И. Лефортовские тоннели. Как строить: открытым или закрытым способом? // Метро и тоннели. — 2001. — № 4. — С. 6-8.
4. Гарбер В.А. Как оптимизировать процесс проектирования новых линий метрополитенов // Метро и тоннели. — 2013. — № 4. — С. 23-29.
5. Безродный К.П. Роль науки в технологических и конструктивных решениях Ленметрогипротранса // Метро и тоннели. — 2006. — № 6. — С. 15-16.
6. МРДС 02-08 Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных. — М: Правительство Москвы; Госстрой, 2008.
7. Градостроительный кодекс РФ (редакция, действующая с 22.01.2015 г.).
8. Решение по вопросу научно-технического сопровождения проектирования и строительства объектов Московского метрополитена. — М., 2015.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГО-ВЯЗКИХ СВОЙСТВ ВМЕЩАЮЩИХ ГРУНТОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВИБРАЦИИ ОБЪЕКТОВ МЕТРОПОЛИТЕНА ПО СП 23-105-2004

Дьяконов П.Ю. — кандидат технических наук, инженер-конструктор I категории, мастерская №15 АО «Мосинжпроект»
E-mail: DyakonovPU@mosinzhproekt.ru

АО «Мосинжпроект»
111250, Москва, проезд Завода Серп и Молот, д. 10
E-mail: info@mosinzhproekt.ru

Dyakonov P.U. — PhD in Technical Sciences, facility design engineer I category, Workshop #15, JSC Mosinzhproekt

JSC Mosinzhproekt
10, Zavoda Serp I Molot str., Moscow, 111250, Russia
E-mail: info@mosinzhproekt.ru

В статье рассмотрена расчетная модель и ее параметры, необходимые для оценки вибрации метрополитена. Описаны методы определения упруго-вязких свойств грунтов в соответствии с требованиями грунтоведения и механики грунтов. Приведены значения коэффициента поглощения колебаний песка при разных значениях напряженного состояния.

The article describes the design model and its parameters needed to evaluate the vibration in subway. It describes methods for determining the viscoelastic properties of soils in accordance with the requirements of soil science and soil engineering. It shows the values of the coefficient of absorption of sand fluctuations at different values of the stress condition.

В [1] рассмотрен ряд трудностей, с которыми сталкиваются проектировщики при использовании СП. В частности отмечается, что численные значения характеристик поглощающих свойств грунтов занижены, а методика их определения не может быть использована для нахождения численных значений, так как имеет значительные погрешности. Прежде чем переходить к методам определения параметров поглощающих свойств грунтов, вопросу сложному и узкоспециальному, необходимо остановиться на вопросе более общем — принципах расчета ожидаемых значений вибрации поверхности грунта вблизи перегонных тоннелей, станций, тупиков и камер съезда (см. п. 3.4 [2]). Здесь основными являются следующие моменты:

- источник и характеристики вибрации;
- размеры и масса колеблющихся конструкций;
- размеры и масса присоединенного массива грунта.

Определившись с приведенными параметрами, можно составить расчетную схему, в соответствии с которой вычислять искомые значения вибрации. Следует отметить, что вопрос взаимодействия сооружения с грунтом сложен не только потому, что трудно определять динамические свойства последнего, но и в связи с неопределенностями размера вовлекаемого в колебания массива и характера взаимодействия сооружения и грунта.

Прежде чем продолжить обсуждение трудностей использования в практике проектирования конкретного нормативного документа при оценке вибрации, целесообразно рассмотреть проблему распространения колебаний в грунте. В городских условиях основным источником вибрации является транспорт, в том числе рельсовый.

В [3], являющимся переводом аналогичного международного стандарта [4], приведена механическая схема вибрации, названная динамической моделью системы «рельсовый путь — транспортное средство» (рис. 1).

Все элементы динамической системы на рис. 1 представляют собой упруго-вязкие элементы, кроме грунта и рельса. Их динамическая реакция обозначена как соответствующий «импеданс» (от лат. impediō — препятствую).

В [5] механическим импедансом (Z_m) называется отношение амплитуды силы к амплитуде смещения. Это наиболее простая и понятная формулировка. ГОСТ [6] дает определение: «механический импеданс (импеданс) — это отношение амплитуды гармонической вынуждающей силы к комплексной амплитуде скорости при гармонической вынужденной вибрации линейной системы». (Напомним, что комплексная величина, модуль которой равен амплитуде, а аргумент — начальной фазе гармонических колебаний $Ae^{i\varphi}$). Приведенные по ГОСТу определения необходимы для четкого и однозначного понимания термина «импеданс». В [1] мы показали, к каким затруднениям приводят некорректные использования терминологии.

Вернемся к [5]. Здесь приведены очень простые и на-

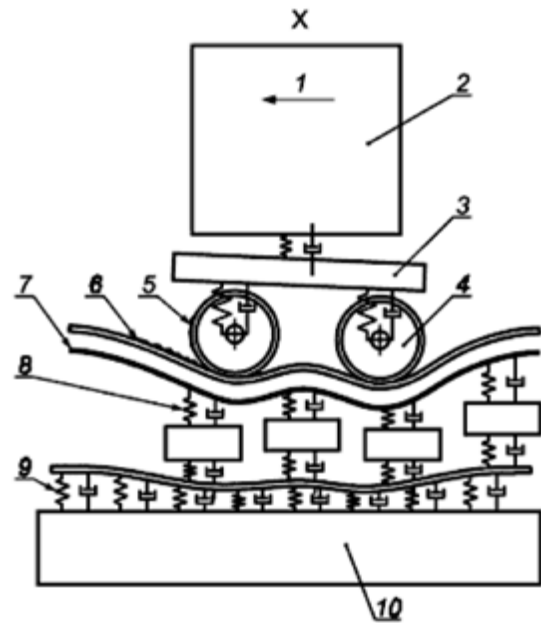


Рис. 1. Динамическая модель системы «рельсовый путь — транспортное средство»:
1 — скорость движения, v ; 2 — часть массы кузова, mC ; 3 — часть массы тележки, mB ; 4 — неподрессоренная масса, mW ; 5 — неровность поверхности обода колеса; 6 — неровность поверхности катания рельса; 7 — импеданс рельса; 8 — модель системы «рельс — колесо»; 9 — модель системы «основание — рельс»; 10 — импеданс грунта
Примечание: Рисунок заимствован из [3]

глядные примеры. Так, механический импеданс пружины, один конец которой закреплен, а на другой действует вибрация, равен k — жесткости пружины. Для демпфера (перфорированного поршня с вязкой жидкостью) в аналогичной ситуации $Z_m = j\omega c$, где $j = (-1)^{1/2}$; c — константа эквивалентного вязкого затухания (современное название «коэффициент демпфирования системы»). Из этого примера понятно, что при определении механического импеданса необходимо учитывать уравнение, описывающее характеристику рассматриваемого основания.

Зарубежные исследователи в области механики грунтов понимают под механическим импедансом комплексные функции, описывающие механическое поведение упруго-вязких опор фундамента под действием динамических сил. Эти функции определяются как силы, необходимые для возбуждения гармонических колебаний слоя грунта единичной толщины с единичной амплитудой [7].

В наиболее общем случае механические свойства основания описываются как $Z_m = k + j\omega c$ [8]. Таким образом, механический импеданс интегрально описывает свойства основания, а коэффициент поглощения колебаний описывает конкретный механический параметр. Отсюда и методы определения названных характеристик различны.

Взаимодействие сооружения с грунтом при динамическом воздействии определяется параметрами динамической нагрузки и схемой ее передачи; свойствами грунтов

вмещающего массива; характером сопряжения сооружения с грунтом вмещающего массива; материалом и конструкцией сооружения [8].

Динамическая нагрузка от проходящего поезда передается в виде колебаний, т.е. волн (рис. 2). Продольные и поперечные волны не вызывают вопросов, о характеристиках поверхностных волн нужно напомнить. На границах раздела и в неоднородностях наблюдаются явления отражения, преломления и обмена типов волн. Вблизи границ возникает и распространяются поверхностные волны Рэлея (R-волны) и Лява (L-волны). Первые являются суперпозицией (наложением) неоднородных продольных и поперечных сейсмических волн, вторые — только поперечных. Волны Рэлея возникают в присутствии одной границы раздела (поверхности Земли), Лява — двух и более. Скорость поверхностных волн меньше скорости поперечных волн и зависит от частоты. Амплитуда волн Рэлея и Лява убывает приблизительно обратно пропорционально корню квадратному из расстояния до источника колебаний.

Волны Рэлея поляризованы в вертикальном направлении, а волны Лява — в горизонтальном направлении, т.е. В волнах Рэлея частицы среды движутся вдоль, а в волнах Лява — перпендикулярно плоскости распространения волн. Частицы грунта в волне Рэлея движутся по эллиптическим орбитам. Аналог — движение песка в волнах прибоя. Волны

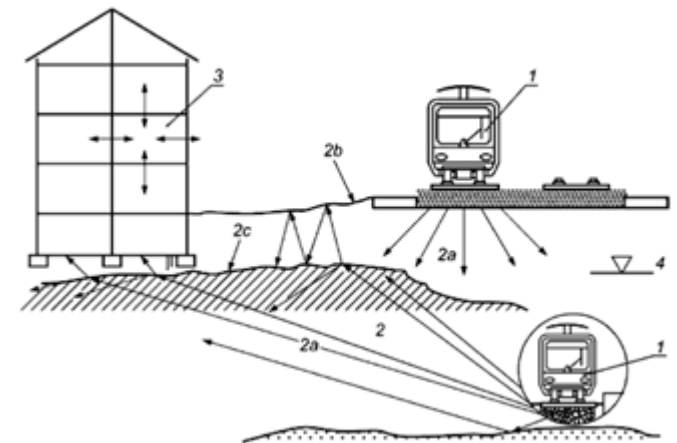


Рис. 2. Примеры источника, пути распространения и объекта воздействия:
1 — источник вибрации; 2 — путь распространения волн; 2a — волны продольные и поперечные; 2b — поверхностные волны Рэлея и Лява; 2c — волны Стоунли; 3 — объект воздействия (вибрация, переизлученный шум); 4 — поверхность грунтовых вод
Примечания:
1. Рисунок заимствован из [3];
2. Волна Стоунли (Стонли) — распространяющаяся вдоль границы раздела двух твердых полупространств (или тел достаточной толщины) из материалов с различными, но близкими акустическими свойствами; неоднородная в направлении, перпендикулярном границе раздела. Интенсивность волны максимальна на границе раздела и убывает с удалением от нее. Вертикальная и горизонтальная компоненты смещений в каждой среде убывают при удалении от границы так, что энергия волны оказывается сосредоточенной в двух граничных слоях

Рэлея несут большую энергию и являются основной причиной разрушения сооружений. В отечественной традиции расчета сооружений на динамические воздействия принято учитывать влияние волн Рэлея. Это сделано, например, в СП [2]. Поэтому вызывает особый интерес выделение немецкими коллегами волн Стоунли в отдельный воздействующий фактор, который, безусловно, требует изучения.

В [3] представлены два вида движения поезда в наземном и подземном положении (см. рис. 2), каждому из которых соответствует своя расчетная схема. При расчетах линейных сооружений выделяют поперечный единичный фрагмент сооружения, который загружают действующими силами. В этом случае при движении поезда в наземном положении расчетную схему можно представить в виде массы на упруго-вязком основании, нагруженной динамическим воздействием. При движении поезда в подземном положении динамическая нагрузка передается на массив грунта через обделку тоннеля, который воспринимает колебания от движения. Здесь целесообразно определять параметры грунта, характеризующие его механические свойства, и решать соответствующую задачу.

Движение поезда в наземном положении можно рассматривать как частный случай фундамента машины с динамической нагрузкой. Основной упругой характеристикой грунта основания является коэффициент упругого равномерного сжатия C_z (kH/m), который определяется экспериментально [9]. Демпфирующие свойства основания для вертикальных установившихся (гармонических) колебаний учитывают через коэффициент относительного демпфирования ξ , который определяют опытным путем, или при отсутствии экспериментальных данных вычисляют по формуле $\xi = 2/\sqrt{p}$, где p — среднее давление на основание под подошвой фундамента от расчетных статических нагрузок. Расчетная схема фундамента под машины с динамической нагрузкой, конечно, отличается от расчетной схемы движения поезда в наземном положении, однако очевидны общие моменты и связь с механическим импедансом.

Для определения механических свойств грунтовых оснований применяются металлические плиты или бетонные блоки, моделирующие фундамент сооружения, а возбуждение вынужденных колебаний фундаментов осуществляется вибраторами различных типов или эксплуатационными нагрузками машин. По данным эксперимента находят резонансные частоты колебаний системы фундамент-грунт, которые отождествляют с собственными частотами колебаний слоя грунта.

Согласно одной из принятых расчетных моделей (местных деформаций, общих упругих деформаций, модель Филоненко — Бородича), по резонансным частотам определяют коэффициенты упругого равномерного сжатия C_z и другие и вычисляют несущую способность рассматриваемого слоя грунта. Численные значения коэффициентов зависят от способа возбуждения колебаний, точности опре-

деления резонансной частоты, инерционных, нелинейных и вязких свойств грунта, его влажности и площади плиты основания экспериментальной вибрационной установки.

По методике СНиП 2.02.01-85 [9] определяются не прямые численные значения механических свойств грунта, а резонансные частоты колебаний модельного фундамента, по которым рассчитывают коэффициенты упругого равномерного сжатия C_2 в зависимости от принятой расчетной модели основания.

Экспериментальное определение параметров упруго-вязких свойств любого материала сопряжено с большими трудностями, так как в процессе исследования должны быть учтены многие факторы: степень совершенства структуры, наличие или отсутствие внешних напряжений и электромагнитных полей, термодинамические условия измерений, а также наличие внутренних напряжений. Методы испытаний материалов делятся на статические (изотермические) и динамические (адиабатические).

Среди методов, получивших применение для определения упругих и поглощающих свойств грунтов, следует выделить: вибрационный, сейсмоакустический и метод динамических нагрузок. При исследовании грунтов этими методами в образцах происходят волновые процессы, но вычисление упруго-вязких характеристик проводят в первом случае по частоте, соответствующей проявлению резонанса в системе исследуемый образец — осциллятор. Во втором — по скорости распространения упругих колебаний в грунте. В третьем — на основании изучения напряженно-деформированного состояния при различных динамических воздействиях. Указанные методы могут применяться как в лабораторных, так и в полевых условиях.

Лабораторные вибрационные методы основаны на измерении собственных крутильных, продольных и изгибных колебаний образцов исследуемого материала. В грунтовых образцах возбуждают крутильные и продольные колебания. Применение изгибных колебаний ограничено определением упругих свойств кристаллов и твердых тел. Испытания грунтовых образцов проводят в условиях невозможности их бокового расширения или при свободных боковых гранях.

К достоинствам лабораторных вибрационных методов следует отнести высокую точность, экономичность и оперативность в получении данных, сравнительную простоту и отсутствие необходимости применения сложной аппаратуры. Источником ошибок в этих методах являются погрешности в измерениях размеров образцов и определении резонансных частот, влияние торцевого (краевого) эффекта, приводящего к тому, что образец при возбуждении крутильных колебаний перестает работать в условиях чистого сдвига. К недостаткам следует отнести необходимость измерения параметров крутильных и продольных колебаний в узком диапазоне изменения амплитуд, что требует наличия датчиков высокой чувствительности и отсутствие возможности девиаторного нагружения образца.

Сейсмоакустические методы испытаний основываются на определении скорости распространения и интенсивности затухания в грунтах упругих волн. При изучении процесса распространения упругих волн в грунте делается ряд физических допущений:

- грунт считается сплошной средой; структурными неоднородностями, обусловленными пористостью, зернистостью и т.п. Ввиду малости их по сравнению с длинами сейсмоакустических волн, пренебрегают;
- смещения и деформации считают малыми, а их члены второго и высших порядков малости не учитываются;
- напряжения и деформации, характеризующие механические свойства среды, считают связанными линейным законом Гука.

При лабораторных определениях упругих и поглощающих свойств грунтов используются импульсные методы. Возможны два варианта испытаний: прозвучивание и продольное профилирование.

На скорость распространения упругих волн в грунтах большое влияние оказывают внешнее давление и влажность. Так как в реальной среде могут распространяться упругие волны четырех типов, возникают трудности при интерпретации результатов. Определение модуля упругости грунта возможно только по скоростям не менее двух (продольного и поперечного) типов волн. При лабораторных испытаниях причиной погрешностей могут быть ошибки в определении размеров образцов и их плохой контакт с датчиками.

Определение механических свойств грунтов методом динамических нагрузок возможно двумя способами: непосредственным изучением сопротивляемости грунтов внешним воздействиям и изучением напряженно-деформированного состояния при распространении волн напряжений разной интенсивности.

Испытания образцов по первому способу осуществляются с помощью нагружающих устройств, позволяющих создавать динамические нагрузки заданных параметров одноосного сжатия с возможностью бокового расширения, при всестороннем (гидростатическом) обжатии или без расширения в жесткой обойме.

Второй способ основан на изучении напряженно-деформированного состояния образцов грунта при распространении в них волн разной интенсивности. Волны возбуждаются взрывами небольших зарядов взрывчатых веществ или ударами. Для известной плотности грунта, по измеренным значениям скорости v_ϕ фронта волны и местной скорости частиц \dot{u} за ее фронтом определяется давление на фронте волны и деформации частиц грунта, по которым строится диаграмма сжатия $\sigma_x = f(\epsilon)$.

Как видно из приведенного описания двух способов определения механических свойств грунтов, они основаны на измерении разных физических величин: напряжений

и деформаций, с одной стороны, и скоростей фронта волны и частиц — с другой. Различны интенсивности и методы динамического нагружения. Это породило многообразие экспериментального оборудования.

Для изучения упруго-вязких свойств грунтов широкое распространение получили приборы, предназначенные для статических исследований грунтов, но дополнительно снабженные системами задания на образец грунта циклических воздействий, в виде изменяющихся по заданному закону напряжений и перемещений. Чаще всего применяются приборы плоского сдвига (срезные приборы) и приборы трехосного сжатия (стабилометры). Кроме того, довольно часто используются трехосные приборы с кручением образцов, приборы перекашивания, различные приборы с вынужденными колебаниями. Они подробно рассмотрены в [8], глава 3 параграф «Лабораторные методы динамических испытаний дисперсных грунтов».

В [10] описаны приборы и методы определения механических параметров грунтов при динамических воздействиях, применяемые при проектировании и строительстве грунтовых плотин. Здесь отмечается, что для сооружений, подвергающихся динамической нагрузке, необходимо определять динамические деформационные свойства. Исследования проводились сейсмическим, ультразвуковым и вибрационным методами.

Последний из методов рассмотрим подробнее. Здесь по периодам свободных и вынужденных резонансных продольных T_n и крутильных T_k колебаний образцов определялись динамические модули нормальной упругости E_0 и сдвига G_0 по формуле

$E_0, G_0 = 4\pi^2 \rho h / T_{n,k}^2 \beta^2$, где h — высота образца; ρ — плотность грунта; коэффициент β определяется как наименьший положительный корень уравнения $\beta \operatorname{tg} \beta = \eta$. При продольных колебаниях $\eta = Q/P$, где Q — масса образца и P — масса груза с укрепленным на нем магнитом. При крутильных колебаниях $\eta = J_0/J_p$, где $J_0 = \pi d^4 \rho h / 32g$ — полярный момент инерции массы осциллятора относительно оси вращения, величина которого определяется опытным путем.

По амплитудам двух смежных за один период амплитуд колебаний определялись коэффициенты ψ поглощения энергии колебаний. При этом численные значения ψ в указанной работе, как, впрочем, и в других работах, не приводятся. Это связано с тем, что определение величины амплитуд по осциллографическим записям весьма затруднительно.

Испытания проводились также на малой и большой виброкомпрессионных установках, которые представляют собой жестко закрепленный на вибростолу компрессионный прибор. В большой установке компрессионный прибор состоял из нескольких (до шести) колец, имеющих возможность поперечного перемещения. Диаметр кольца малой установки 17,5 см, большой — 100 см, высота образца соответственно 6-7 см и до 70 см.

На образец укладывался груз массой m , задавалось ускорение, замерялась вертикальная деформация образца ϵ_z и ускорение груза a . Имелась возможность предварительного статического нагружения, которое выдерживалось до стабилизации осадок, после чего реализовывалось динамическое воздействие. Динамическая нагрузка определялась как произведение массы груза на ускорение, а динамические модули — как частное от деления динамических напряжений на вертикальную деформацию. Кроме того, определялось значение сдвига фаз $\nu = 2\pi\Delta t$ по разности Δt вступления ближайших максимумов ускорений грузов и поверхности образцов на осциллограмме. По сдвигу фаз вычислялся коэффициент поглощения колебаний $\psi = 1/1 + [1/2\pi(1/\sin\nu - 1)] \operatorname{tg}\nu$. Численные значения ψ также не приводятся, так как определение исходных параметров (Δt) для расчета затруднено.

В чем же сложность определения величины амплитуд и сдвига фаз? Чтобы соблюсти условие упругого деформирования, циклическая амплитуда напряжений должна быть не более 10-3 от общей деформации. Поскольку общая деформация измеряется миллиметрами, амплитуда упругого воздействия не должна превышать тысячных долей миллиметра. Прибором для тарировки датчиков деформаций служит индикатор часового типа с точностью измерений 0,01 мм. То есть чувствительность образцового прибора ниже измеряемых величин. Даже увеличение чувствительности образцового индикатора до 0,001 мм ничего не дает, потому что приращение амплитуд настолько мало, что зафиксировать их убывание на записи не представляется возможным, так как при увеличении выходного сигнала усилителя величина погрешности оказывается сопоставимой с измеряемыми величинами. Это же касается измерения сдвига фаз по осциллограмме.

Можно измерять сдвиг фаз специальными приборами — фазометрами. Это позволило бы очень точно определять величину коэффициента поглощения ψ , так как не связано с обработкой графических записей, а требует только поддержания режима упругой работы образца при циклическом нагружении. Однако здесь имеются некоторые трудности, связанные с характеристиками фазоизмерительных приборов и экспериментальных установок.

Если прибор достаточно прост, как описано в [10], то колебания грузов не стабилизировано в вертикальной плоскости, что вносит существенные погрешности в измерения [11]. Если прибор имеет трущиеся части [12], как описано ниже, то угол запаздывания прибора даже при низких частотах, например 25 Гц, может оказаться сопоставимым с измеряемыми величинами [13]. Несмотря на указанные недостатки использование фазоизмерительной аппаратуры весьма перспективно.

Коллектив авторов рассматриваемой работы [10] включает хорошо известных и признанных специалистов

в области исследования динамических свойств грунтов, таких как Н.Д. Красников. Поэтому особенно важно сделанное в статье замечание, что «полученные с помощью таких испытаний динамические характеристики грунтов не могут быть непосредственно использованы для расчетов методами динамики сплошных сред». Такое заключение авторы делают исходя из того, что исследуемые объемы грунта нельзя считать «точечным образцом» или элементарным объемом.

Автором проведены исследования поглощающих свойств песка на экспериментальной установке, представляющей собой стабилометр с возможностью приложения циклических колебаний, регулированием и измерением статических и циклических напряжений, главных деформаций и их амплитуд. Независимое гидростатическое обжатие образца создавалось сжатым воздухом, что позволило разместить в камере прибора тензорезисторные датчики и исключало влияние присоединенной массы, которое возникало бы при заполнении камеры жидкостью. Осевое давление задавалось воздухом через заполненные жидкостью сильфоны, что обеспечивало необходимую при циклических воздействиях жесткость нагружающей системы. Осевые гармонические синусоидальные колебания задавались вибростендом. Главные напряжения и деформации в образце, а также их амплитуды гармонических синусоидальных колебаний измерялись тензорезисторными датчиками и регистрировались параллельно на осциллограф Н-117/1 и быстродействующий графопостроитель Н-306. Испытывались песчаные образцы плотностью $\rho_d = 1,68 \text{ г/см}^3$ (относительная плотность $I_d = 0,75$), влажностью $W = 0,10$, высотой 116 мм и диаметром 62 мм, при частоте воздействия 5 Гц.

Результаты испытаний, регистрируемые графопостроителем, представляли собой петли гистерезиса, которые имели каплевидную форму. Такая форма петель могла быть обусловлена погрешностями, вносимыми экспериментальной установкой. Для проверки этого предположения проведены испытания, в которых песчаный образец заменялся резиновым, и получены петли гистерезиса овоидальной формы, напоминающие ромб. При увеличении частоты колебаний малая диагональ ромба увеличивалась, что характерно для резины. Отсюда можно сделать вывод, что каплевидная форма петли гистерезиса является свойством песка.

Испытания проведены в условиях сложного напряженного состояния при пяти гидростатических обжатиях σ_0 , равных 0,1; 0,2; 0,4; 0,6 и 0,8 МПа, и постоянном уровне напряжений $R = \sigma_i / \sigma_i^* = 0,4$, с предварительным нагружением по траектории «раздавливания» до уровня $R = q / \sigma_i^* = 0,6$. Здесь σ_i и q — достигнутые и σ_i^* — предельные напряжения на данном уровне напряженного состояния при постоянном гидростатическом обжатии σ_0 , принятом для данной серии опытов. Амплитуда напряжений σ_{ia} при всех обжатиях была

примерно одинаковой и достаточно малой, не допускающей развития пластических деформаций. По результатам исследований, представляющих собой серию петель гистерезиса, подсчитаны коэффициенты поглощения колебаний и построена зависимость их изменения с увеличением гидростатического обжатия (рис. 3).

Так как петли гистерезиса имели каплевидную форму, вычисление значения коэффициента ψ было возможно только по способу, вытекающему из определения физического понятия коэффициента поглощения. То есть как отношение площади петли, характеризующей внутреннее трение в грунте, к полной энергии за один цикл упругого колебания, равной площади треугольника со сторонами, соответствующими амплитудам воздействия (σ_{ia} и e_{ia}). Как видно на рис. 3, с ростом гидростатического обжатия коэффициент поглощения убывает от 4,5 при $\sigma_0 = 0,1 \text{ МПа}$ до 1,6 при $\sigma_0 = 0,6 \text{ МПа}$ [12].

Полученные значения на порядок превышают приведенные в [2]. Попробуем разобраться в причинах расхождений. Основой для экспериментальных данных, используемых в СП 23-105-2004, вероятно, послужили результаты, полученные руководителем разработки С.А. Костаревым и изложенные им в [14].

Мы располагаем следующей информацией по указанной работе (<http://fizmathim.com/analiz-vibratsiy-generiruemyh-liniyami-metropolitena-i-razrabotka-kompleksa-meropriyatij-po-ih-snizheniyu>): «При измерениях на поверхности грунта для крепления датчиков использовались массивные металлические плиты диаметром 500 мм и толщиной 10 мм. Регистрировались вертикальные и горизонтальные составляющие виброускорений». И «на поверхности грунта регистрировались вертикальная и горизонтальная составляющие виброускорения над осью туннеля. При этом акселерометры располагались на металлическом штыре, забитом в грунт, или на массивной плите».

Измерение ускорений на массивной плите не вызывает возражений, если эта плита действительно достаточно массивна и не имеет «проскальзывания», о котором говорилось в [1]. Как показано выше, это, собственно, и есть один из способов определения упруго-вязких свойств грунтового основания, но при этом определяется не коэффициент поглощения колебаний грунта, а параметры для вычисления коэффициентов упругого равномерного сжатия.

При расположении акселерометра на металлическом стержне, погруженном в грунт, определяются параметры затухания колебаний этого стержня. Величина затухания будет зависеть от длины возвышающейся части и формы поперечного сечения стержня и его материала, способа погружения и, в последнюю очередь, от грунта, в который погружен стержень. Причем установить количественную связь между коэффициентом поглощения грунта и измеренными ускорениями затруднительно.

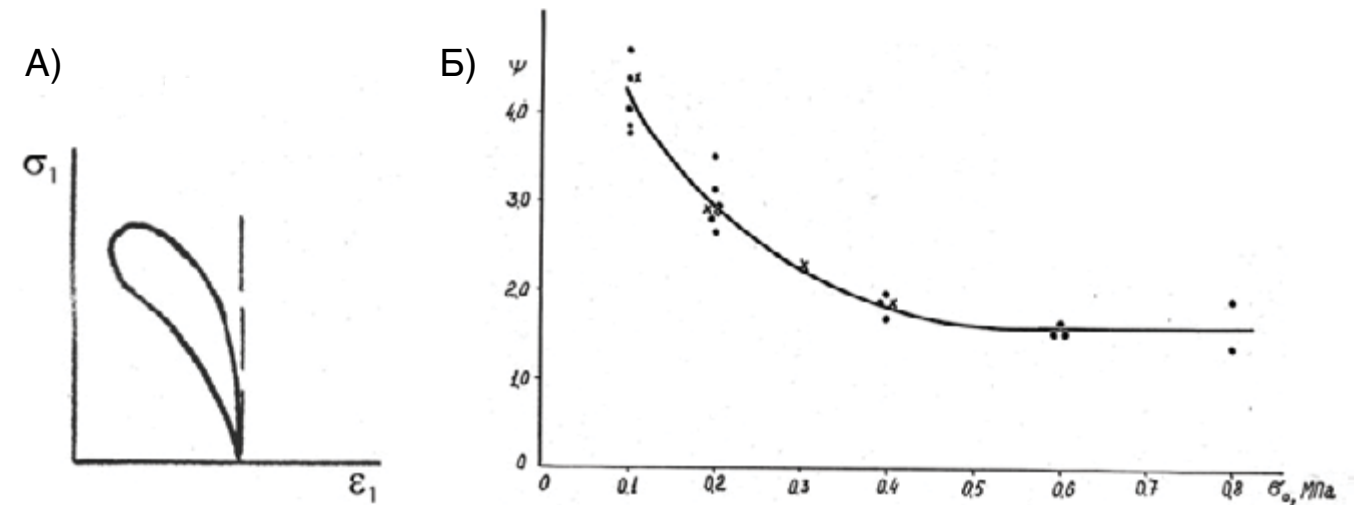


Рис. 3. Пример петли гистерезиса, полученной при испытаниях Люберецкого песка при отсутствии накопления пластических деформаций (а) и изменение коэффициента поглощения колебаний при уровне напряженного состояния $\sigma_i / \sigma_i^* = 0,4$ и разных гидростатических обжатиях σ_0 (б)

Мы показали вероятную причину заниженных значений коэффициента ψ , приведенных в СП [2]. Остановимся коротко на факторах, влияющих на его величину. В литературных источниках приводятся данные о зависимости коэффициента поглощения колебаний ψ грунтов и конструктивных материалов от различных обстоятельств. К сожалению, размеры статьи не позволяют назвать всех авторов исследований (их более двух десятков, отечественных и зарубежных), чьи результаты приводятся ниже.

По степени важности можно выделить три группы факторов. К очень важным, применительно к чистым пескам и связным грунтам, относят: амплитуду деформаций, эффективные средние напряжения, коэффициент пористости, количество циклов воздействия. К менее важным: для песка — уровень напряженного состояния, степень водонасыщения; для связных грунтов — степень консолидации, уровень напряженного состояния, частоту воздействия, тиксотропные свойства. К относительно неважным, исключаям воздействию на другие параметры, для обоих видов грунтов относят их гранулометрический состав, структуру, минералогический состав, а также объем и форму образцов. Представляет интерес рассмотрение каждого из перечисленных факторов в отдельности, особенно группы важнейших.

Экспериментальными исследованиями грунтовых образцов на различных по конструкции лабораторных установках, натурными наблюдениями за поведением грунтовых плотин при землетрясениях и воздействиях, вызванных ядерными взрывами, установлено, что с ростом амплитуды сдвиговых деформаций величина коэффициента поглощения колебаний возрастает. Это возрастание обусловлено, вероятно, накоплением остаточных деформаций. При амплитудах сдвиговых деформаций меньше 10^{-3} соблюдается условие упруго-вязкой

работы грунта, и накопления остаточных деформаций не происходит. При этих амплитудах целесообразнее всего определять коэффициент поглощения ψ , и он не зависит от величины амплитуды.

Опыты, проведенные рядом исследователей, показали, что с увеличением эффективных средних напряжений величина коэффициента ψ уменьшается. Однако литературные данные не позволяют судить о величине и характере убывания ψ , так как получены либо в очень узком диапазоне изменения средних напряжений (от 0 до 0,1 МПа), либо носят отрывочный характер (т.е. получены для разных грунтов, на разных экспериментальных установках, при разных условиях испытаний). Автором получены результаты, подтверждающие данный тезис, и даны количественные характеристики в диапазоне напряжений, интересующем строительную отрасль.

С ростом плотности грунта и увеличением числа циклов воздействия коэффициент ψ убывает, а при 1000 и более циклов принимает постоянное значение. Исследования автора не выявили связи между плотностью грунта и коэффициентом поглощения. Однако это может быть обусловлено сравнительно низкой точностью регистрации петель гистерезиса, недостаточным количеством опытов с переменной плотностью для статистически обоснованных выводов и малым диапазоном плотностей исследованного грунта ($0,75 < I_d < 0,9$). Утверждение о влиянии количества циклов воздействия, скорее всего, ошибочно, здесь не учитывается накопление пластических деформаций.

В диапазоне частот от 1 до 50 Гц поглощение не зависит от частоты воздействия. Аналогичные результаты получены для песков и связных грунтов при частотах 0,1; 25 и 38 Гц. Наблюдения за фундаментами электрогенераторов подтверждают этот вывод.

Натурные определения затухания колебаний верховых и низовых упорных призм плотин показывают, что затухания в призмах примерно одинаковы. Вероятно, влажность песка незначительно влияет на величину коэффициента поглощения ψ .

На примере конструкционных материалов показано отсутствие влияния формы и объема образцов на численные значения коэффициента ψ .

Приведенные сведения ставят под сомнение заключение, сделанное в [2], о прямой зависимости коэффициента ψ от частоты динамического воздействия, во всяком случае, при частотах до 50 Гц. Очевидно, амплитуда колебаний металлического стержня при постоянной величине динамического воздействия, которая имеет место при движении поезда, с увеличением частоты будет убывать. Это могло ввести в заблуждение авторов СП [2], сделавших вывод о росте коэффициента затухания в два раза с изменением частоты воздействия от 63 Гц до 16 Гц.

Из приведенного материала можно сделать следующее заключение. При оценке вибрации объектов метрополитена в настоящее время в нашей стране и за рубежом используются модели упруго-вязкости, поэтому определение упругих и поглощающих характеристик грунта весьма актуально. Современные зарубежные методы расчета величины вибрации учитывают влияние большого спектра волн динамического воздействия. СП 23-105-2004 учитывают влияние только волн Рэлея. Целесообразно уточнить и расширить перечень используемых в расчетах волн в отечественных нормативных документах. Предлагаемая в СП 23-105-2004 методика не позволяет определять упруго-вязкие характеристики грунтов. Определение упруго-вязких и других характеристик грунтов следует выполнять методами и в соответствии с требованиями грунтоведения и механики грунтов, например, описанными в данной статье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьяконов П.Ю., Михайлов А.П., Морозов А.В., Федичин А.В. Трудности использования СП 23-105-2004 «Оценка вибрации при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов метрополитена» в практике проектирования // Инженерные сооружения. — 2015. — №1 (6). — С. 69.
2. СП 23-105-2004 «Оценка вибрации при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов метрополитена». — М., 2004.
3. ГОСТ Р ИСО 14837-1-2007. Группа Д50. НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. Вибрация. ШУМ и ВИБРАЦИЯ, СОЗДАВАЕМЫЕ ДВИЖЕНИЕМ РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА. Часть 1. Общее руководство.
4. ISO 14837-1:2005. «Mechanical vibration — Ground-borne noise and vibration arising from rail systems — Part 1: General guidance». (IDT).
5. Ден-Гартог Дж.П. Механические колебания. — М.: Изд-во физико-математической литературы, 1960. — С. 580.
6. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР. ВИБРАЦИЯ. ТЕРМИНЫ и ОПРЕДЕЛЕНИЯ. Vibration. Terms and definitions ГОСТ 24346-80 (СТ СЭВ 1926-79).
7. Novak M., Han Y.C. Impedances of soil layer with boundary zone // Journal of Geotechnical Engineering. — 1990. — Vol.116. — № 6. — P. 1008-1014.
8. Вознесенский Е.А. Поведение грунтов при динамических нагрузках. — М.: Изд-во МГУ, 1997 — С. 288.
9. СНиП 2.02.05-87 Фундаменты машин с динамическими нагрузками. — М.: Стройиздат, 1987.
10. Красников Н.Д., Пышкин О.Б., Толкачев Г.С., Хорьков В.И., Эйслер Л.А., Ежова Н.А. Экспериментальные исследования динамических деформационных свойств грунтов // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. — Т. 216, Научное обоснование и опыт строительства и эксплуатации грунтовых плотин. — Л.: Энергоатомиздат, 1989. — С. 84-89.
11. Прибор для исследования упруго-вязких свойств крупнообломочных грунтов при циклических воздействиях // Вестник МГСУ. — 2008. — № 4. — С. 172-174.
12. Дьяконов П.Ю. Определение поглощающих свойств песка для расчетов сооружений на сейсмические воздействия // Вестник МГСУ. — 2009. — № 1. — С. 94-96.
13. Дьяконов П.Ю. Вязкопластические и упруговязкие свойства песков при циклическом нагружении: Дис. ... канд. техн. наук: 01.02.07. — М., 1988.
14. Костарев С.А. Анализ вибраций, генерируемых линиями метрополитена, и разработка комплекса мероприятий по их снижению: Автореф. дис. ... докт. техн. наук: 01.02.06. — М., 2004.

ПРОБЛЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА КОРОТКИХ ТОННЕЛЕЙ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

PROBLEMS AND CONSTRUCTION TECHNOLOGY OF SHORT SHALLOW TUNNELS

Бородин И.А. — генеральный директор ООО «Синапс»
E-mail: borodin@sinaps.su

Панкратов М.С. — директор по развитию ООО «Синапс»
E-mail: pankratov@sinaps.su

Borodin I.A. — CEO of LLC Sinaps
E-mail: borodin@sinaps.su

Pankratov M.S. — Development Director of LLC Sinaps
E-mail: pankratov@sinaps.su

В статье рассматриваются различные технологии строительства коротких тоннелей мелкого заложения, анализируются их достоинства и недостатки.

The article deals with the various technologies of construction of short shallow tunnels, analyzes their advantages and disadvantages.

Необходимость в строительстве коротких (20-30 м) тоннелей большого сечения мелкого заложения возникает достаточно часто. Наиболее распространенный пример — это пешеходные переходы и путепроводы тоннельного типа под железными и автомобильными дорогами. Кроме того, часто складывается такая ситуация, когда автомобильный или железнодорожный тоннель, заложенный преимущественно открытым способом, содержит несколько участков, в пределах которых применение открытого способа невозможно из-за большого количества коммуникаций или других объектов на поверхности. В этой ситуации становится обоснованным применение закрытых методов строительства.

Все предлагаемые на данный момент методы можно разделить на 3 группы:

- щит той или иной модификации;
- защитный экран, выполненный на всю длину проходки;
- проходка под защитой технологий закрепления грунтов.

Метод щитовой проходки при строительстве объектов такого рода применяется весьма редко, и некоторое количество объектов, построенных таким методом, следует рассматривать скорее как экспериментальные. Например, на рисунке 1 показаны модели многороторных щитов производства японской корпорации IHI.

Применение щитов сдерживается многочисленными недостатками технологии:

1. Приобретение щита специальной конфигурации требует значительных инвестиций.
2. Геометрия тоннеля является жестко заданной для данного конкретного щита, что очень усложняет повторное применение оборудования.
3. Затраты времени и других ресурсов, связанные с монтажом и демонтажом оборудования, приобретают определяющее значение в экономике и сроках строительства. Высокая производительность при проходке не позволяет компенсировать эти затраты.
4. Сложность эксплуатации оборудования приводит к возникновению эффекта «кривой обучения» — периода, в течение которого экипаж приспособляется к машине и не развивает полной технической производительности. При длине тоннеля 20-30 метров (или даже 60 метров) экипаж так и не успевает полностью освоить технику до конца проходки.

Достаточно большое распространение получили методы, предполагающие выполнение экрана той или иной конструкции (рис. 2, 3).

Собственно экран представляет собой ряд из труб, как правило, соединенных замками, выполненных вплотную друг к другу. В случае небольшой длины (5-10 м) для

устройства экрана используются буровые установки. При больших длинах применяются микротоннелепроходческие комплексы.

В России наработан большой опыт строительства такого рода. В мире есть примеры, когда такое решение применялось для строительства подземных станций с площадью забоя свыше 200 м². При этом экран выполнялся из железобетонных труб и в дальнейшем был использован как часть конструкции постоянной обделки.

Технология трубного экрана имеет ряд недостатков, сдерживающих ее более широкое применение. Среди них:

- высокая стоимость экрана, особенно если рассматривать экран как временную крепь, полностью исключенную из постоянной конструкции. Применение технологии микротоннелирования на длинах порядка нескольких десятков метров с экономической точки зрения малоэффективно. Большой объем затрат на монтаж и демонтаж щита существенно повышает себестоимость каждого метра проходки;
- негерметичность экрана. Ввиду этого проходка ниже уровня грунтовых вод требует дополнительных мероприятий;
- высокий риск, связанный с наличием в экране щелей. Обеспечение идеального прилегания труб друг к другу является технологически сложной задачей, поэтому нельзя исключить наличие зазоров между трубами. Эта вероятность повышается с увеличением длины;
- нулевая несущая способность экрана по изгибающему моменту в продольном направлении. Даже при наличии замков связь между трубами слишком слаба, чтобы принимать ее в расчет. Это требует установки мощных арок для предотвращения прогиба и обрушения экрана в продольном направлении.

Следует обратить внимание, что экономические характеристики трубных экранов могут быть радикально повышены в случае применения железобетонных труб и железобетонных арок вместо стальных и при вводе экрана в состав постоянной обделки, как это сделано на станции «Венеция» Миланской пригородной железной дороги (рис. 4). Строительные работы были успешно выполнены в 1997 году по проекту компании «Роксоил Спа».

Третьим направлением является применение технологий закрепления грунта, как правило, в комплексе с набрызгбетоном. Технология предполагает формирование либо сплошного массива, либо зонты или экрана из закрепленного грунта. При этом закрепление может производиться как с поверхности, так и непосредственно из забоя.

Возможность вести работы из забоя является важным преимуществом технологии, потому что позволяет, во-первых, снять ограничения на длину тоннеля и, во-вторых, выполнять тоннели любой геометрической конфигурации. Так

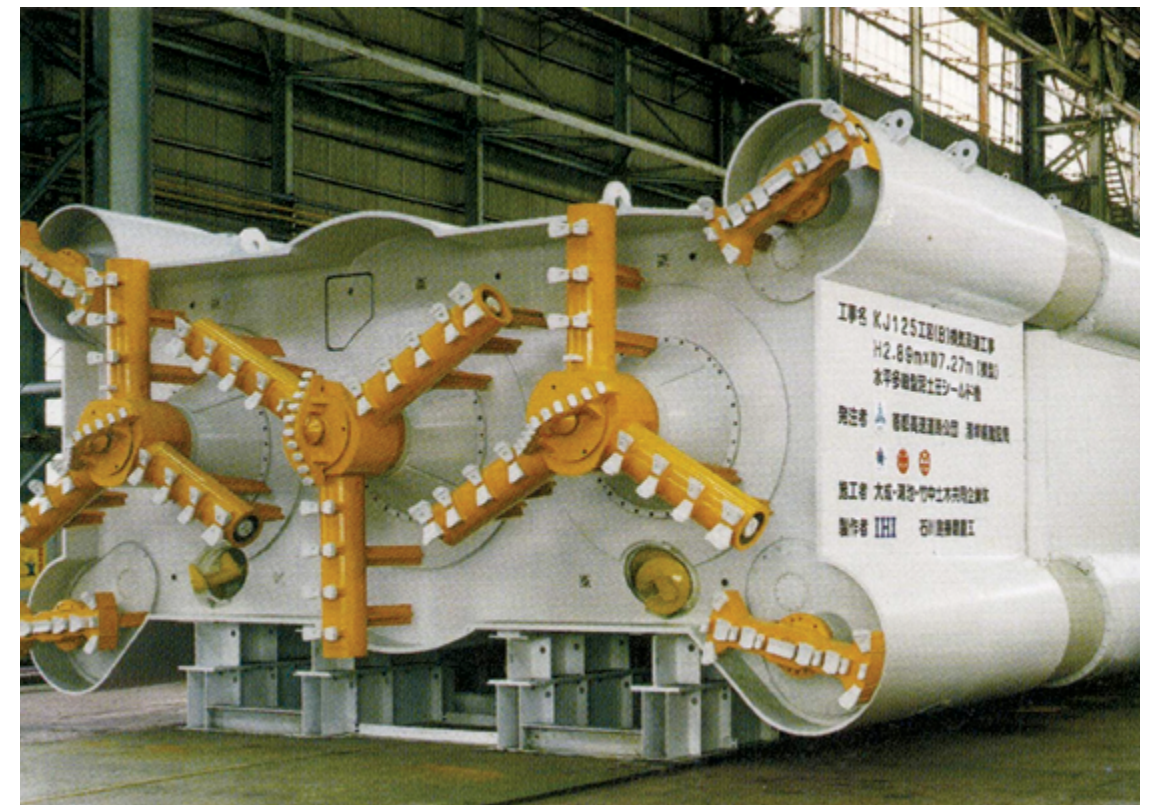


Рис. 1. Модели многороторных щитов производства корпорации IHI, Япония



Рис. 2. Пример экрана из труб под железной дорогой

как, например, для пешеходных переходов часто требуется устройство большого количества различных вспомогательных помещений (кладовые, электрощитовые, насосные), возможность выполнять подземные объекты со сложной геометрией становится важным преимуществом. Также не следует недооценивать возможность выполнения различного рода ответвлений и примыканий, что крайне затруднено в случае применения двух вышеописанных технологий.

При выполнении зонтов для повышения механической прочности закрепленный грунт может быть армирован (рис. 5-7). Армирующим элементом может выступать, например, обсадная труба.

Также в последнее время получили распространение технологии выполнения армированного джета при помощи самозабуривающихся анкеров с одноразовыми мониторами (например, технология «Атлант Джет», разработанная ГК «ИнжПроектСтрой», рис. 8).

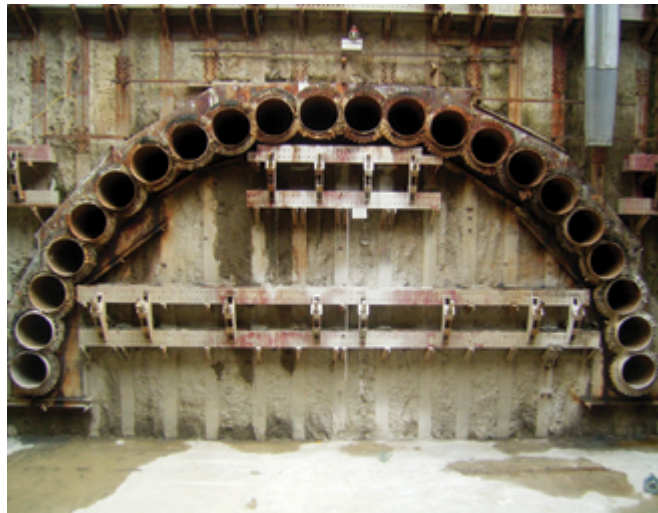


Рис. 3. Пример экрана из труб

При правильном проектировании можно добиться любых прочностных характеристик экрана из армированного джета, в том числе превышающих характеристики экрана из труб. При этом экран из армированного джета имеет ряд весьма важных преимуществ, а именно:

- является водонепроницаемым;
- выполнение джета в шахматном порядке позволяет практически полностью исключить вероятность образования «окон»;
- так как колонны перекрываются между собой, полученная мембрана из закрепленного грунта имеет также некоторую прочность на изгиб в продольном направлении, что повышает безопасность ведения работ и снижает требования к временному креплению.

Экран из джета позволяет достичь более высоких экономических показателей за счет того, что:

- применяемое оборудование является неспециализированным и очень универсальным, и в случае отсутствия работ по подземному строительству может применяться для выполнения множества других общестроительных задач;
- машины для устройства джета являются самоходными и высокомеханизированными. Сразу после выгрузки на площадке машина, по сути, может приступать к работе (в отличие от микротоннелепроходческого комплекса, для которого нужен трудоемкий монтаж). Перемещение по строительной площадке (и внутри тоннеля) осуществляется своим ходом, без лифтов или грузоподъемных машин;
- комплект оборудования для устройства джета значительно дешевле, чем, например, микротоннелепроходческий комплекс.

Немаловажным плюсом является то, что технология не требует мощных подключений к электричеству и сетям водоснабжения.



Рис. 4. Станция «Венеция», Миланская железная дорога



Рис. 5. Выполнение зонта из труб с цементацией



Рис. 6. Зонт из армированного джета



Рис. 7. Выполнение набрызгбетонной временной крепи под защитой зонта



Рис. 8. Анкерная свая «Атлант мини-джет» (слева); свая и армирующий элемент (в разрезе) (справа)



PAGE 26

CENTRAL FOCUS: THE MOSCOW METRO TURNS 80! ACHIEVEMENTS AND PROSPECTIVE DEVELOPMENT

The cover story of this issue is devoted to the 80th anniversary of the Moscow Metro. Opened on May 15, 1935, the Moscow Metro was intended to display the best of Soviet architecture. 80 years later, the Metro is renowned for being one of the biggest and most beautiful in the world. "Moscow Metro is one of the fastest and secure subways in the world, and it has no equal in its architecture. Nowadays we are implementing an ambitious development program of the Moscow Metro making life of Muscovites more comfortable," said the Mayor of Moscow Sergey Sobyanin in his greetings telegram. The development program "Metro-2020" is one of the most extensive in the world and an all-time record for Russia. One of the articles is about the history of construction of the Moscow Metro. Another one is focused on the development prospects of city underground as a backbone part of transport infrastructure. The third article of the section is devoted to the most prominent projects of underground development in the world — subway construction in Beijing and Madrid. Experts share the same view about the prominent role of subways in the sustainable development of modern cities. "For dense, major cities like Moscow, subways will remain the backbone of the transport system. They offer very high capacity, accommodating more passengers than is possible on the surface. They are fast, accommodating long commutes in a reasonable time, they are weather protected, minimizing service disruption and maintaining passenger comfort," said transportation planner, owner of Nelson/Nygaard Jeffrey Tumlin.



PAGE 44

ANDREY BOCHKAREV: SUBWAY CONSTRUCTION IS A TOP PRIORITY FOR THE NEXT FIVE YEARS

The Head of the Moscow City Construction Department Andrey Bochkarev speaks on the prospects for the development of the Moscow subway. He stresses that at the moment the construction pace is very high, over the past four years 29.5 kilometers of new subway lines and 14 new stations were put into operation. The goal of the next five years is to achieve 150 kilometers of lines and more than 79 stations before 2020. Prior to the start of the program "Metro-2020" 20% of citizens had no pedestrian access to the subway, after finishing it only 7% of Muscovites will have to get to the subway using surface transport. Andrey Bochkarev points out that JSC Mosinzhproekt serves as a unified management center of the construction process that allows to establish an effective scheme of management, quickly address emerging issues and monitor the progress of work on multiple construction sites. The Moscow subway is a basis of the city transport system, developing it means to give an impulse to the city economy and improve the standard of living. That is why the Moscow government guarantees full-scale funding of subway construction despite of the global economic difficulties. One of the most important parts of the program "Metro-2020" is the construction of the Third interchange circuit (second circle) — the first section of it is already under construction, more than 50% of construction and installation works are done. The Third interchange circuit along with the reconstructed Small Ring of the Moscow Railway connected with the subway via 17 interchange hubs will radically change traffic distribution and decrease the load on the center of Moscow.



PAGE 64

OLYMPIC MODUS OF CONSTRUCTION

Vice-chairman of the Board of JSC Mosinzhproekt, Head of the Committee on strategy and personnel Alexander Gornostayev recounts his rich professional experience in construction management and speaks on the prospects of development of JSC Mosinzhproekt. Alexander Gornostayev started his work activities in 1964, worked on senior administration positions in the Republic of Uzbekistan, in 2000 he became Minister of construction of the Moscow region, in 2001 — Vice-chairman of the Moscow region Government. Since 2010 Gornostayev worked as Vice President of government-owned corporation Olympstroy, which was responsible for construction of Olympic facilities and modernization of the city infrastructure in Sochi.

"Olympic construction is really a big triumph for us. It was like being at the frontline. We worked almost around the clock, without leaving Sochi. We were like a family, which carried out an extremely difficult and sometimes impossible task," recalls Alexander Gornostayev. He points out that the success was based on high motivation, strong control of the Government and the team of best skilled practitioners, whose experience is now in demand. A few of his ex-Olympstroy' colleagues are working in top construction companies including JSC Mosinzhproject.

In the interview Alexander Gornostayev also explains future restructuring of JSC Mosinzhproekt — it will become a holding company consisting of five units. There will be engineering unit (mainly on the base of Mosinzhproekt), design unit, development unit, unit of general contract and unit of inventory and logistics management. The creation of this holding company is due to the current tasks which Moscow is facing now. It is unlikely to find another city in the world with such a number of development areas and programs of reconstruction, including development of New Moscow, industrial areas and transport infrastructure. Addressing these issues requires enormous concentration of efforts so this new holding company will be in demand.



PAGE 70

MAJOR CHANGE ON THE CITY CROSSROADS

Moscow transport hub plays a great role in the economy of the whole country, its modernization is a priority for the coming years. The quality of transport system affects economic development of the capital, so the Moscow authorities implement the largest in the history of the city transport program, including the development of means of transport and infrastructure. The program provides a comprehensive set of measures aimed at reforming transport system of the capital. In this article we focused on one of them — reconstruction of interchanges on the Moscow Ring Road (MKAD).

Building of stack interchanges which replace cloverleaf predecessors, is currently under way. "It proves to be one of the most effective solutions to increase the capacity of the Moscow Ring Road. Subsequently, all junctions on the ring will undergo such reconstruction, with the exception of those who have already reconstructed," said the Deputy Mayor for the Urban Development and Construction Marat Khusnullin. In many cases cloverleaf interchanges continue to operate after adding ramps of stack interchanges. These ramps solve the conflict of merging of exiting and entering traffic in the same lane, known as weaving. The choice in favor of the construction of stack interchanges was made after a comprehensive study of current traffic of the Moscow Ring Road, surrounding real estate development, future transportation needs and the world experience of road construction. In the current article we paid special attention on the two interchanges — already finished MKAD — Volgogradskoe shosse, and the one under construction, MKAD — Kashirskoe shosse.

МЕТРО НЕ ДЛЯ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК

Несмотря на строго оговоренные в правилах метрополитена размеры багажа, горожане умудряются усложнить жизнь окружающим, используя подземку для транспортировки габаритных предметов. Спускаясь в метро, молодые люди не спешат стягивать с плеч рюкзаки, тыкая ими в лицо сидящих пассажиров. А любители популярного ныне велосипедного транспорта и самокатов без зазрения совести оботрут пыльные колеса о чистую одежду соседей по вагону. Московский метрополитен ежегодно прирастает новыми станциями, но комфортность поездок во многом зависит от пассажирской культуры и взаимного уважения, которого зачастую не хватает. Популярное в соцсетях комьюнити «Москва меняется» срисовало картинку с натуры...



МЕТРОФЕСТ

Цикл публичных лекций о технологиях строительства метро и практиках интеграции транспортной инфраструктуры в мегаполисах.



Организатор цикла: компания «Мосинжпроект» и Строительный комплекс Москвы.

Лекции проходят на популярных общественных площадках Москвы — в музее архитектуры имени Щусева, на «Красном Октябре», в Институте «Стрелка».

В качестве лекторов выступают проектировщики и архитекторы АО «Мосинжпроект», ОАО «Мосметрострой», АО «Ингеоком», «Бустрен», а также широкий круг экспертов в области строительства, архитектуры и дизайна.

26 августа прошла очередная публичная лекция, организованная при поддержке Института медиа, архитектуры и дизайна «Стрелка». Тема лекции: «От «Арбатской» до «Тропарево». Шесть историй о московском метро».

 **МОСИНЖПРОЕКТ**



ИНЖИНИРИНГОВАЯ КОМПАНИЯ МОСИНЖПРОЕКТ

Инженерное обеспечение
инвестиционно-строительных проектов

Управляющая компания
по строительству

162 км путей и
79 станций
московского метрополитена

Управляющая компания
по строительству

37 ТПУ в системе
московского метрополитена

Генеральный проектировщик
реконструкции

**12 вылетных
магистралей**
Москвы

Управляющая компания
реконструкции главной
площадки Чемпионата мира
по футболу-2018 –

**стадиона
«Лужники»**

