

Журнал
Тоннельной ассоциации России

Председатель редакционной коллегии

К. Н. Матвеев, председатель
правления ТАР

Зам. председателя редакционной коллегии

И. Я. Дорман, доктор техн. наук

Ответственный секретарь

С. В. Мазеин, доктор техн. наук,
зам. руководителя
Исполнительной дирекции

Редакционная коллегия

В. П. Абрамчук
В. В. Адушкин, академик РАН
В. Н. Александров
М. Ю. Беленький
А. Ю. Бочкарев, канд. экон. наук
В. В. Внутских
С. А. Жуков
Б. А. Картозия, доктор техн. наук
Е. Н. Курбацкий, доктор техн. наук
М. О. Лебедев, канд. техн. наук
И. В. Маковский, канд. техн. наук
Ю. Н. Малышев, академик РАН
Н. Н. Мельников, академик РАН
В. Е. Меркин, доктор техн. наук
А. Ю. Старков
Б. И. Федунец, доктор техн. наук
Т. В. Шепитько, доктор техн. наук
Е. В. Щекудов, канд. техн. наук
Ш. К. Эфендиев

Тоннельная ассоциация России

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

Издатель

ООО «Метро и тоннели»

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

Генеральный директор

О. С. Власов

Компьютерный дизайн и вёрстка

С. А. Славин

Журнал зарегистрирован
Минпечати РФ ПИ № 77-5707

Перепечатка текста и фотоматериалов
журнала только с письменного
разрешения издательства
© ООО «Метро и тоннели», 2018

№ 2 2018

В Тоннельной ассоциации России

Перспектива и актуальные проблемы строительства
транспортных тоннелей и метрополитенов в России
(по материалам круглого стола) **2**

Е. В. Щекудов

Итоги конкурса им. С. Н. Власова
«Инженер года Тоннельной ассоциации России – 2017» **7**

Л. И. Горх

Метрополитены

Город под Москвой **9**

Ш. Ф. Галимуллин

Автодорожные тоннели

Экспертная оценка безопасности
европейских автодорожных тоннелей **12**

Л. В. Маковский

Проектирование

Квазибиметаллический контактный рельс –
дешевле не бывает **16**

А. Б. Куровский

Горные тоннели

Особенности строительства транспортных тоннелей
в горных районах Узбекистана **18**

М. Х. Миралимов

Зарубежный опыт

Морской судоходный тоннель в Норвегии **23**

В. В. Космин

Освоение подземного пространства

Проблемы строительства подземных
пешеходных переходов в условиях мегаполисов **24**

Н. В. Александров, А. Ю. Старков,
А. Н. Ревва, П. А. Колпаков

Геотехнический мониторинг

Геотехнический мониторинг
глубокого котлована кольцевого очертания **26**

И. Я. Дорман, О. К. Силина, Е. В. Матикова

Геофизика

Определение местоположения дефектов в стене
из буресекущихся свай методом электроразведки
на сооружении вентиляционного ствола
Московского метрополитена **32**

И. Н. Лозовский, А. А. Чуркин

Геотехника

Исследование взаимодействия системы
«тоннельная конструкция – грунтовый массив»
применительно к условиям Мьянмы **36**

Хей Линь Тун

Вопросы высшего образования

О системе технического образования в России **40**

Д. М. Голицынский

О тоннелях и тоннельщиках

Бумага – не палка **42**

В. З. Коган

СОДЕРЖАНИЕ



ФОТО НА ОБЛОЖКЕ

Станция «Селигерская»
Московского
метрополитена
(с. 9)

ПЕРСПЕКТИВА И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ И МЕТРОПОЛИТЕНОВ В РОССИИ (ПО МАТЕРИАЛАМ КРУГЛОГО СТОЛА)

Е. В. Щекудов, к. т. н., директор Филиала АО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены»

22 марта 2018 г. в конференц-зале ОАО «Мосметрострой» на Цветном бульваре, 17 прошел круглый стол «Перспектива и актуальные проблемы строительства транспортных тоннелей и метрополитенов в России». Заседание круглого стола организовано Тоннельной ассоциацией России и Филиалом АО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены» и на нем было заслушано 11 сообщений. С приветственным словом к участникам заседания от имени организаторов мероприятия обратился директор Филиала АО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены» к. т. н. Е. В. Щекудов, который пожелал всем присутствующим интересной и плодотворной дискуссии по вопросам развития метро- и тоннелестроения в России. Им же подготовлена настоящая статья для журнала «Метро и тоннели», в которой дан обзор докладов, которые были представлены участникам заседания круглого стола.

Стремительное увеличение грузо- и пассажироперевозок является отличительной особенностью развития современной экономики, что, соответственно, диктует необходимость ускоренного развития транспортной инфраструктуры во всех странах мира и, естественно, в России и ее городах. Учитывая тему нашего круглого стола, которая, в основном, связана со строительством метрополитенов, приведу несколько цифр по перспективным потребностям развития этого вида транспорта в городах нашей страны:

- в Москве с 2012 г. реализуется масштабная программа развития Московского метрополитена, направленная на увеличение протяженности линий более чем на 155 км и сооружение 75 станций. Планами предусматривалось: на конец 2017 г. иметь в эксплуатации 222 станции метрополитена, на конец 2018 г. – 236 станций, на конец 2019 г. – 253 станции, на конец 2020 г. – 257 станций;
- в Санкт-Петербурге к 2020 г. планируется увеличить протяжённость линий метро до 139,4 км и ввести в эксплуатацию 13 новых станций и 2 электродепо;
- в Новосибирске до 2030 г. запроектировано строительство 73 км линий метро;
- в Екатеринбурге в настоящее время действует одна ветка метрополитена протяжённостью 13 км с 9-ю станциями. Разработана программа развития метрополитена на период до 2020 г.;
- в Казани проектируется 2-я линия метро с 22 станциями. По расчётам эта ветка полностью будет построена к 2030–2050 гг.;
- в Челябинске строительство метро было остановлено в 2010 г. Построена «вчерне» одна станция «Комсомольская площадь» и наклонный ход (эскалаторный тоннель) станции «Торговый центр», но городскими планами предусматривается решение финансовых вопросов и возобновление строительства метрополитена;

- в Омске строительство метрополитена «заморожено» с 2012 г.;
- в Красноярске строительство метро включено в стратегию развития до 2030 г.;
- в Уфе первая подземная линия метро мелкого заложения должна иметь в длину 15,1 км и 11 станций, но строительство метро не начато;
- имеются планы строительства скоростного трамвая или метрополитена мелкого заложения в Ростове-на-Дону.

При этом следует отметить, что реализация планов развития метрополитенов в настоящее время ведется, в основном, в Москве и Санкт-Петербурге. В остальных городах сооружение метрополитенов сдерживается отсутствием источников финансирования.

Учитывая, что технологии, которые будут представлены сегодня в докладах, могут применяться и при сооружении автодорожных и железнодорожных тоннелей, назову несколько таких проектов:

- идёт строительство 2-го Байкальского железнодорожного тоннеля на БАМе, параллельно первому. Длина тоннеля 6 682 м, диаметр 10 м. В марте 2018 г. завершена его проходка тоннелепроходческим комплексом «Ловат» 394;
- ожидается возобновление строительства автодорожного тоннеля в створе мостового перехода через реку Уфу;
- активно обсуждаются проекты сооружения тоннелей между островом Сахалин и континентальной частью страны и островом Сахалин и Хоккайдо (Япония).

Мировое тоннелестроение за прошедшее 20-летие продемонстрировало поистине впечатляющие темпы технического перевооружения. Широкое применение механизированных тоннелепроходческих комплексов и других эффективных видов оборудования полностью изменило многие технологические процессы, привело к появле-



Е. В. Щекудов, к. т. н., директор Филиала АО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены»

нию новых конструкций и материалов, автоматизации проектирования объектов и управления многими производственными процессами.

Анализируя нынешнее состояние и возможные пути повышения эффективности строительства транспортных тоннелей и метрополитенов, можно выделить ряд основных направлений дальнейшего развития технологий в подземном строительстве.

1. Увеличение объемов применения конвейерной транспортировки разработанной породы из забоя при проходке тоннелей механизированными тоннелепроходческими комплексами (ТПМК) вместо использования рельсового транспорта.

2. Увеличение числа проектов, предусматривающих при сооружении линий метрополитенов мелкого заложения проходку тоннелей щитовым способом, вместо открытого способа строительства.

3. Расширение объемов применения компенсационного нагнетания при проходе тоннелей под ответственными сооружениями.

4. Увеличение процента использования временных конструкций, в том числе «стены в грунте», в качестве постоянных элементов конструкции (при соответствующем обосновании их достаточной несущей способности и обеспечении требуемой долговечности).

5. Увеличение объемов применения технологии сооружения двухпутных тоннелей метрополитена глубокого заложения механизованным тоннелепроходческим комплексом со сквозной его проходкой через будущую станцию и устройством боковых посадочных платформ.

6. Массовое внедрение механизированных стволопроходческих комплексов.

7. Массовое внедрение сооружения наклонных (эскалаторных) тоннелей с использованием ТПМК.

8. Широкое использование подвижного состава на пневмоходу при строительстве горных тоннелей.

9. Обеспечение 100 % механизации сооружения коротких выработок и межтоннельных сбоек.

10. Широкое внедрение АСУ строительством тоннелей и метрополитенов и автоматизированных систем мониторинга при проходке в сложных условиях.

11. Расширение применения методов геотехнического прогноза с использованием современных геотехнических расчетных комплексов.

Широкое внедрение перечисленных мероприятий, наряду с резким увеличением подготовки в вузах выпуска специалистов для метро- и тоннелестроения, позволит успешно решать поставленные перед отраслью грандиозные задачи.

Теперь мне хотелось бы сделать небольшой обзор докладов и сообщений, которые были представлены на заседании круглого стола.

Сотрудник «НИЦ Тоннельной ассоциации» Д. В. Устинов сделал сообщение на тему: «Влияние качества инженерно-геологических изысканий на результаты расчета обделок перегонных тоннелей».

В сообщении представлены результаты исследований достоверности расчетов обделки тоннелей из бетонных высокоточных блоков в зависимости от выбора грунтовой модели. Цель исследования – обеспечение гарантированной на стадии проектирования сохранности зданий и сооружений, попадающих в зону влияния строительства объектов метрополитена, а также обеспечение надежности и экономичности возводимых конструкций.

В сравнительном исследовании рассматривается сборная высокоточная водонепроницаемая обделка перегонного тоннеля $D_{н}/D_{вн} = 5900/5400$ мм из бетона В45. Глубина заложения шельги свода тоннеля – 19,4 м.



Д. В. Устинов, «НИЦ Тоннельной ассоциации»

По результатам исследования сделаны следующие выводы.

1. Величины расхождений результатов моделирования могут достигать 200–260 % по величинам изгибающих моментов. При этом по результатам расчета возможно не только снижение, но и увеличение коэффициента армирования.

2. Применение при моделировании модели упрочняющегося грунта (Hardening Soil) позволяет получить более достоверные величины дополнительных осадок дневной поверхности, изгибающих моментов и продольных усилий в обделке перегонных тоннелей, что приводит к получению более надежной и экономически эффективной конструкции.

3. Необходимо упрощение процедуры определения расчетных характеристик вмещающего массива для модели упрочняющегося грунта Hardening Soil.

Д. т. н. И. Я. Дорман (АО «Метрогипротранс») сделал сообщение на тему: «Новые технические решения при строительстве Северо-Восточного участка третьего пересадочного контура».

В сообщении отмечено следующее.

1. Северо-Восточный участок (СВУ) ТПК между станциями «Стромынка» (пересадочная на ст. «Сокольники») и Нижняя Масловка» (пересадочная на ст. «Савеловская») представляет собой наиболее проблемный участок ТПК, поскольку, во-первых, трассируется в чрезвычайно сложной градостроительной обстановке и, во-вторых, включает две пересадочные станции – «Ржевская» (пересадка на существующую ст. «Рижская») и «Шереметьевская» (пересадка на существующую ст. «Марьина Роща»).

2. В первоначальных проработках руководством города рассматривалось три варианта трассирования – вариант глубокого заложения, вариант мелкого заложения и даже, можно назвать его экзотическим, – часть трассы на протяжении нескольких километ-

ров со станцией в районе пересечения пр. Мира – расположить на высокой эстакаде.

3. Получив в конце 2016 г. от генерального проектировщика АО «Мосинжпроект» задание на проектирование указанного сложнейшего участка, инженеры АО «Метрогипротранс» с целью сокращения сроков строительства предложили прогрессивную технологию строительства этого участка, даже в чем-то инновационную, ранее не применявшуюся при строительстве метрополитена в Москве.

Кратко сущность предлагаемой технологии следующая.

1. На единственно свободном от капитальной застройки на этом участке линии пространстве (между проспектом Мира, эстакадой автомобильного третьего транспортного кольца (ТТК) и железнодорожными путями Октябрьской железной дороги) размещается основная строительная площадка, доминантой которой является круговой, диаметром 31 м, глубокий шахтный ствол (глу-

И. Я. Дорман, д. т. н., АО «Метрогипротранс»





Хеннинг Йоханнис, генеральный директор ООО «Херренкнехттоннельсервис»



Т. Е. Кобидзе, к. т. н.

биной более 47 м), с обделкой из буросекущихся свай (БСС) диаметром 1,2 м и длиной 48,9 м, раскрепленный внутренними железобетонными круговыми поясами размером 1,2×1,0 м, расположенными на семи ярусах по глубине. То есть ствол не имеет внутреннего распорного крепления!

2. Территория строительства камеры относится к весьма опасной по степени развития карстовых процессов и к неопасной – по карстово-суффозионным процессам.

Для гарантированного обеспечения водонепроницаемости ограждающей конструкции котлована в неустойчивых грунтах проектом предусмотрено устройство грунтоцементных свай по струйной технологии глубиной 20 м в местах стыков буросекущихся свай по их наружному контуру.

3. Данный ствол предназначен для организации скоростной проходки из него с применением ТПКМ в сторону ст. «Нижняя Масловка» перегонных тоннелей каждый длиной более 3,5 км, при этом в местах будущих пилонных станций «Шереметьевская» и «Ржевская» ТПКМ проходят через оси боковых тоннелей без остановки.

4. Это позволит, организуя относительно небольшие стройплощадки на поверхности для размещения шахтных стволов в местах будущих станций «Шереметьевская» и «Ржевская», строить через стволы и подходные выработки обе станции параллельно по времени, расширяя боковые перегонные тоннели в стационарные, методом «пилот-тоннелей».

5. Наиболее интересным с инженерной точки зрения и, в то же время ответственным, с точки зрения обеспечения безопасности, является строительство уникального шахтного ствола и организация через этот ствол горнопроходческих работ.

6. В проекте предусмотрен геотехнический мониторинг за строительством и эксплуатацией ствола, разработана система организации проходческих работ по выдаче грунта и подаче обделки и материалов в тоннель и др.

Генеральный директор ООО «Херренкнехттоннельсервис», Хеннинг Йоханнис, сделал сообщение на тему: «Современный

режущий инструмент – модификация в зависимости от геологических условий».

В сообщении представлена информация о конструкции и технических параметрах режущих инструментов для тоннелепроходческих комплексов и даны рекомендации по их применению в различных геологических условиях.

В докладе к. т. н. Т. Е. Кобидзе на тему: «Гидроизоляция подземных сооружений открытого способа работ напыляемыми материалами с двухсторонней адгезией», подготовленным совместно с д. т. н. В. Е. Меркиным, была представлена гидроизоляционная система для подземных сооружений открытого способа работ с конструкциями обделок, наружная поверхность которых не имеет свободного доступа для нанесения традиционных гидроизоляционных покрытий (с применением рулонных битумно-полимерных материалов, напыляемых полимерных составов на основе битумно-полимерных композиций, полимочевины, метилметакрилатных смол и т. п.). К числу таких проблемных конструкций относятся:

- фундаментные (лотковые) плиты;
- ограждающие стеновые конструкции, возводимые без «пазух» для обратной засыпки грунта;
- прижимные стены, возводимые при строительстве подземных сооружений по технологии «стена в грунте», в том числе с применением метода «сверху вниз».

Разработанная система основана на использовании напыляемых гидроизоляционных полимерных составов, отличающихся способностью проявлять требуемую адгезию (не менее 0,5 МПа) не только с поверхностью «старого» бетонного основания, но и с поверхностью свежееотформованной конструкции обделок. Для отечественного тоннелестроения материалы подобного типа на основе этиленвинилацетата предлагают фирмы NORMET («TamSeal 800»), BASF («MasterSeal 345»), MINOVA («Tekflex DS-W»).

Указанное отличительное свойство перечисленных гидроизоляционных материалов – двухсторонняя адгезия, определило целесообразность и эффективность разработки пред-

ставленных в докладе оригинальных конструктивно-технологических решений гидроизоляционной системы, защищенных патентами РФ.

Система обеспечивает устройство надежной и ремонтпригодной гидроизоляции тоннельных обделок различного конструктивного и технологического исполнения за счет:

- образования на наружных поверхностях конструкций тоннельных обделок сплошного бесшовного, работающего «на прижим», адгезионного гидроизоляционного покрытия после возведения вплотную к нему прижимной или несущей стены обделки, либо конструкции лотковой плиты;

- способности гидроизоляционного покрытия сплошного адгезионного сцепления локализовать просочившиеся грунтовые воды в пределах площади (точки) возможного повреждения. Тем самым устраняется бесконтрольная миграция воды по поверхности защищаемой конструкции, приводящая к потере ремонтпригодности гидроизоляционной системы и водонепроницаемости конструкции;

- устройства на несущих стеновых конструкциях, возводимых без пазух для обратной засыпки грунта, адгезионной гидроизоляции с поверхностям армирующим слоем из геотекстиля и полиэтиленовой пленки, обеспечивающие безопасное скользящее перемещение гидроизоляционного покрытия по поверхности «стены в грунте» в случае осадки подземного сооружения;

- возможности восстановления, при необходимости, водонепроницаемости конструкций на стадии эксплуатации сооружений, с помощью интегрированной секционной контрольно-инъекционной системы.

Представляемая система гидроизоляции прошла экспериментальную проверку в лабораторных, стендовых и производственных условиях и была рекомендована экспертной комиссией в составе представителей АО «Мосинжпроект», Дирекции строящегося метрополитена г. Москвы, ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс», ОАО «Моспромпроект», ОАО «Мосметрострой» к применению на Московском метрополитене.

Рекомендации по ее проектированию и применению содержатся в СТО 70386662-105-2017 «Гидроизоляция системой «Master-Seal 345» транспортных тоннелей и метрополитенов, сооружаемых открытым способом, Правила проектирования и производства работ». Документ согласован с АО «Мосинжпроект» и ДСМ ГУП «Московский метрополитен».

Представитель ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс» Р. И. Ларионов сделал сообщение на тему: «Способы сохранения зданий, являющихся памятниками архитектуры, при строительстве метрополитена в Санкт-Петербурге».

В сообщении отмечено следующее.

Глубина заложения метрополитена в Санкт-Петербурге составляет 40 м и более, так как на этой глубине в центре города залегают устойчивые необводнённые грунты. Но даже при значительной глубине заложения метрополитена в процессе строительства станционных комплексов развиваются смещения земной поверхности на площади в несколько гектаров городской территории. Существующая в настоящее время технология строительства станционных узлов метрополитена и наклонных ходов приводит к значительным деформациям вышележащей толщи грунта и расположенных на ней зданий и сооружений.

Расселение аварийных зданий и их ремонт требует значительных материальных затрат и времени на восстановление зданий. Особенно нетерпимо такое положение при строительстве метро в исторической части города, когда мемориальные здания и архитектурные памятники подвергаются полному разрушению.

Уменьшить деформации земной поверхности возможно либо путем применения определённой технологии проходки, которая обеспечивает повышение устойчивости к деформациям породного контура выработки впереди забоя, либо путем выполнения на поверхности земли комплекса мероприятий, обеспечивающих компенсацию осадки. При проектировании и строительстве Лахтинско-Правобережной и Красносельско-Калининской линии Петербургского метрополи-

тена институтом для этого были разработаны специальные технические условия (СТУ).

В СТУ определён перечень и порядок выполнения работ по сохранности зданий и сооружений, которые должны быть произведены:

- определение мульды оседания дневной поверхности в соответствии со СП 21.13330.2012;
- обследование зданий, попадающих в зону, ограниченную нулевой линией мульды, с целью определения их технического состояния;
- разработка компенсационных мероприятий с условием недопущения достижения предельной разности осадок;
- проведение геотехнического мониторинга во время строительства подземных сооружений и мероприятий, предусмотренных в проектах усиления и в составе ПОС.

Разработанный институтом комплекс мероприятий реализуется при строительстве станций «Театральная» и «Путиловская» Петербургского метрополитена в зону влияния которых попали три здания, являющиеся памятниками архитектуры.

Комплекс мероприятий предусматривает усиление ленточных бутовых фундаментов посредством сооружения железобетонной фундаментной плиты в подвалах зданий и компенсационное нагнетания цементного раствора в скважины по периметру зданий и из подвалов. Все компенсационные мероприятия обязательно ведутся в сопровождении геотехнического мониторинга, который направлен на контроль деформаций во всей толще грунтового массива и включает в себя несколько видов работ:

- мониторинг вертикальных деформаций грунтового массива с использованием экстензометров, устанавливаемых в скважины, пробуренные по периметру зданий;
- инженерно-геофизические работы по контролю качества инъекционного упрочнения грунтов в основаниях зданий;
- геодезический контроль деформаций оголовков экстензометрических скважин;



Р. И. Ларионов, ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс»

- визуальный мониторинг зданий.

Заместитель главного инженера – главный технолог ОАО «Метрострой, СПб» А. Н. Ревва сделал сообщение на тему: «Проблемы строительства подземных пешеходных переходов в условиях мегаполисов».

В сообщении сделан обзор конструкций пешеходных переходов различного типа (наземные, подземные, надземные) и дано описание технологии сооружения пешеходного тоннеля прямоугольного сечения с применением механизированного тоннелепроходческого комплекса с гидропригрузом КСВП, разработанного ОАО «Метрострой, СПб» и Скуратовским опытно-экспериментальным заводом.

К. т. н. В. Б. Никоноров сделал сообщение на тему: «Маркшейдерское дело при строительстве метрополитенов и тоннелей различного назначения». Сообщение подготовлено группой специалистов геодезистов-маркшейдеров в составе: к. т. н. В. Б. Никоноров, Е. А. Семёнов, к. т. н. Е. П. Власенко, Н. А. Шерифов.

В сообщении отмечено следующее.

Главной задачей маркшейдерских работ при строительстве подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископае-

А. Н. Ревва, главный технолог ОАО «Метрострой, СПб»



В. Б. Никоноров, к. т. н.





Н. Г. Давтян, Санкт-Петербург



С. М. Баев, генеральный директор ЗАО «Служба защиты сооружений»



Д. С. Конюхов, советник генерального директора АО «Мосинжпроект»

мых, является перенесение объекта строительства в натуру (в подземное пространство) в соответствии с проектным плановым и высотным положением, а также с соблюдением проектных геометрических параметров строящегося объекта.

Маркшейдерские работы при строительстве тоннелей различного назначения и метрополитенов условно можно разделить на следующие этапы:

- создание геодезической разбивочной основы строительства на поверхности вдоль трассы строящегося тоннеля;
- создание маркшейдерской разбивочной основы в подземных горных выработках;
- маркшейдерское сопровождение горно-проходческих работ;
- исполнительная маркшейдерская документация для сдачи сооруженного тоннеля в эксплуатацию.

Технология производства маркшейдерских работ обусловлена технологическими особенностями производства строительных (горнопроходческих) работ, но, непременно, основным показателем качества выполненных маркшейдерских работ является обеспечение предусмотренных проектом габаритов тоннелей различного назначения и метрополитенов.

Бурное развитие технологий, применяемых в подземном строительстве, непре-

рывное совершенствование приборов и инструментов для выполнения маркшейдерских работ, требует ведения постоянной работы по совершенствованию нормативно-технической документации, связанной с организацией научно-технического сопровождения строительства и проведением маркшейдерских работ. От этого во многом зависит качество строящихся подземных сооружений.

Н. Г. Давтян из Санкт-Петербурга сделал сообщение на тему: «Двухсводчатая станция метрополитена – передовые технологии. Конструкторская мысль, экономическое обоснование», в котором он представил конструкцию разработанной им двухсводчатой станции метрополитена.

В сообщении приведены результаты анализа технических и экономических параметров разработанной им конструкции станции в сравнении с традиционными конструкциями станций, применяемыми в настоящее время.

Генеральный директор ЗАО «Служба защиты сооружений» С. М. Баев сделал сообщение на тему: «Экономическая эффективность применения технологии торкретирования бетона при изготовлении стен по буронабивным сваям при строительстве транспортных тоннелей открытым способом».

При строительстве транспортного тоннеля № 2 на объекте «Строительство дороги Солнцево-Бутово-Видное 7 этап. Участок дороги от Киевского шоссе до Калужского шоссе» на обводненных участках поверхностей из БКС и БСС применена технология изготовления стен непрерывным торкретированием всей секции по ширине и высоте, что позволило обеспечить водонепроницаемость выравнивающей стены. Эта технология позволяет отказаться от оклеечной или напыляемой гидроизоляции внутри конструкции стен.

При выполнении этих работ в перекрытой части тоннеля длиной 170 м и высотой 4,4 м при изготовлении выравнивающих стен уложено 290 м³ торкретбетона. Ежедневная производительность укладки торкретбетона марки В30 W10 слоем толщиной 150 мм с заглаживанием поверхности под оклеечную гидроизоляцию «Техноэласт-мост» достигала 25–30 м³ торкретбетона.

Советник генерального директора АО «Мосинжпроект» Д. С. Конюхов сделал сообщение на тему: «Расчётно-эмпирический метод определения осадок земной поверхности при проходке тоннелей ТПМК с активным пригрузом забоя».

В сообщении дана информация о проведенной институтом работе по выявлению эмпирических зависимостей осадки s (мм) от соотношения расстояния на горизонтальной плоскости от оси тоннеля до точки наблюдения L (по нормали к оси тоннеля) к глубине заложения оси тоннеля b для ТПМК диаметром 6 и 10 м с активным пригрузом забоя, обеспечивающие 100 % сходимости с данными наблюдений на тестовых участках.

На этом повестка дня заседания круглого стола была исчерпана.

В заседании круглого стола приняли участие 56 специалистов из организаций-членов ТАР и представители средств массовой информации. В целом, круглый стол прошёл весьма успешно. Его результаты должны стимулировать развитие отрасли тоннеле- и метростроения в России.

ИТОГИ КОНКУРСА им. С. Н. ВЛАСОВА «ИНЖЕНЕР ГОДА ТОННЕЛЬНОЙ АССОЦИАЦИИ РОССИИ – 2017»

Л. И. Горх, заместитель руководителя Исполнительной дирекции Тоннельной ассоциации России

22 марта 2018 г. в здании ОАО «Мосметрострой» на Цветном бульваре Тоннельная ассоциация России и Филиал ЦНИИС «НИЦ Тоннели и метрополитены» провели круглый стол «Перспектива и актуальные проблемы строительства транспортных тоннелей и метрополитенов в России», после которого состоялось награждение лауреатов конкурса им. С. Н. Власова «Инженер года Тоннельной ассоциации России – 2017».

Звание лауреат конкурса в номинации «Инженер года в области проектных работ» получили девять человек, в том числе представители: ФГУП «Управление строительства № 30», Управление механизации Мосметростроя АО «Метрогипротранс», ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс», ОАО «Минскметропроект», ЗАО СМУ-9 «Метрострой, СПб», ООО «Институт Инжпроект».

Звание лауреат конкурса в номинации «Инженер года в области строительства метрополитенов в Российской Федерации» получили 16 человек, в том числе представители: ООО «НИЦ Тоннельной ассоциации» СМУ-162 АО «Трансинжстрой», СМУ-161 АО «Объединение «Ингеоком», АО «Мосинжпроект», ООО «Тоннельный отряд № 6», ООО «СМУ-13 Метрострой» СПб, ООО «СМУ-9 Метрострой» АО «Мосметрострой», АО «Казметрострой».

Звание лауреат конкурса в номинации «Инженер года в области строительства инженерных



Выступает председатель правления Тоннельной ассоциации России К. Н. Матвеев



коммуникаций и коммунальных тоннелей» получил представитель АО «Объединение «Ингеоком».

Звание лауреат конкурса в номинации «Инженер года в области строительства городских и горных автомобильных и железнодорожных тоннелей» получил представитель Тоннельной ассоциации Азербайджана.

Званием лауреат конкурса в номинации «Молодые (до 30 лет) инженерные кадры научных, проектных, проектно-конструкторских и строительных организаций» были отмечены три человека. В том числе представители СМУ-680 ФГУП «УС-30», ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс», ООО «СпецСтройЭксперт».

Поздравляем лауреатов конкурса с заслуженными наградами! Желаем всем дальнейших успехов в своей профессиональной деятельности.





Коллективу Московского метрополитена

Уважаемые коллеги!

*Тоннельная ассоциация России поздравляет
коллектив Московского метрополитена
с днем рождения!*

Московский метрополитен давно стал одной из визитных карточек города. Коллеги со всего мира с восторгом рассказывают о своем личном опыте знакомства со столичной подземкой. Особенно приятно, что благодаря архитектурному разнообразию станций эмоции каждого посетителя метрополитена уникальны: кто-то восторгается великолепием исторической «Маяковской», кто-то остается впечатлен «Новослободской», а кому-то по душе новые станции вроде «Тропарево».

По развитию Московского метрополитена можно легко проследить историю не только столицы, но и всей страны – здесь и эпоха роскоши, и времена жесткой экономии. Сегодня мы видим новую веху в жизни метрополитена. Темпы строительства достигли небывалых высот, и мы уже стали воспринимать открытие новых станций и даже веток, как само собой разумеющееся! Вдумайтесь, за один только этот год должны быть достроены 25 станций метрополитена – почти 10 % от всего того, что успели построить за предыдущие 83 года!

Казалось бы, только эти цифры уже говорят все, что нужно знать о современном метростроении в Москве, но рассуждая о столичной подземке нельзя не отметить мегапроект, который кардинально изменит весь транспортный каркас столицы. Я говорю, конечно, о строительстве Большой Кольцевой линии, первые пять станций которой уже были запущены в эксплуатацию. После окончания строительства кольца Московское метро станет не только самым красивым в мире, но и получит статус обладателя самой длинной кольцевой ветки в мире. Не менее важно и то, что сегодня Москва великолепно оснащена технически, в городе находятся более 30 тоннелепроходческих комплексов, которые позволяют одновременно вести работы на самых разных участках.

В эти дни Московский метрополитен отмечает свой 83-й день рождения, и это отличный повод рассказать о его славном прошлом, настоящем и перспективах развития.

*Председатель правления
Тоннельной ассоциации России*

К. Н. Матвеев

ГОРОД ПОД МОСКВОЙ

Ш. Ф. Галимуллин, пресс-служба Комплекса градостроительной политики и строительства г. Москвы

Московское метро давно является одной из визитных карточек столицы, без него город уже невозможно представить. Спускаясь в подземку, вы обязательно столкнетесь с толпами туристов, восторженно глазеющих по сторонам. Метро давно стало отдельным городом в городе, где у каждого москвича есть свои маршруты, любимые станции и места встреч. Являясь неотъемлемой частью Москвы, метрополитен функционирует как самостоятельный организм. В мае Московский метрополитен празднует свое 83-летие, и этот год должен стать особенным для столичной подземки: московские строители готовы сдать сразу 25 станций за один год!

Первые идеи о строительстве железной дороги под землей появились задолго до официального открытия первых станций. Первые проекты были представлены еще в царской России в 1875 г. Тогда идея не нашла поддержки и о необходимости строительства заговорили лишь в 1930-х, когда стало очевидно, что наземный транспорт не справляется с все возрастающей нагрузкой.

Строительство Сокольнической линии, ставшей первой в истории московского метрополитена, началось в 1931 г. Участок из 13-ти станций изначально не должен был быть глубоким, однако в таком случае масштаб работ привел бы к полностью перекопанному городу. Тогда была озвучена идея глубокого заложения, сначала вызвавшая немало споров, однако получившая одобрение градоначальника Лазаря Кагановича, а позднее и Иосифа Сталина.

Строители сталкивались с множеством трудностей: сказывалось отсутствие опыта и техники. В 1934 г. в Советский Союз доставили первый механизированный щит. В кратчайшие сроки механизм был изучен учеными и в скором времени появился первый щит, собранный в СССР. Благодаря появлению тяжелой техники работы пошли быстрее, и 15 мая 1935 г. были открыты все станции участка Сокольнической ветки: «Сокольники», «Красносельская», «Комсомольская», «Красные Ворота», «Кировская» (ныне «Чистые пруды»), «Дзержинская» (ныне «Лубянка»), «Охотный Ряд», «Библиотека имени Ленина», «Дворец Советов» (ныне «Кропоткинская»), «Парк культуры», «Улица Коминтерна» (до ноября 1990 г. – «Калининская», ныне – «Александровский сад»).

Вторая очередь строительства ознаменовалась запуском Смоленского метромоста, ставшего первым в СССР. Также было запущено движение на участке от «Киевской» до «Смоленской», а также шесть станций Горьковского радиуса: «Сокол», «Аэропорт», «Динамо», «Белорусская», «Маяковская», «Площадь Свердлова» (ныне – «Театральная»).

В годы Великой Отечественной войны метро использовалось в качестве бомбоубежища. Во время авианалетов там собиралось до полумиллиона человек, которые размещались как на платформах, так и в тоннелях. А



на «Кировской» (ныне – «Чистые пруды») располагались отделы Генерального штаба.

Несмотря на военное положение, продолжалось строительство третьей очереди подземки. В 1943–1944 гг. были открыты станции «Завод имени Сталина» (с 1956 г. – «Автозаводская»), «Павелецкая», «Новокузнецкая», «Сталинская» (с 1961 г. – «Семёновская»), «Измайловский парк культуры и отдыха» (с 2005 г. она называется «Партизанской»), «Бауманская», «Электровзаводская». Тоннель между «Площадью Свердлова» и «Заводом имени Сталина» прошел под Москвой-рекой.

После войны началось строительство четвертой очереди метрополитена – Кольцевой и Арбатской линий. Работы завершились уже в 1950-х гг.

Первоначально Кольцевая должна была пройти под Садовым кольцом, но затем проектировщики решили подвести линию к вокзалам города. 1 января 1950 г. строители сделали подарок москвичам, открыв первый участок – от «Парка культуры» до «Курской». Спустя два года был запущен второй отрезок – от «Курской» до «Белорусской». Кольцо замкнулось в 1954 г., когда поезда поехали от «Белорусской» до «Парка культуры». Кольцевая линия стала апофеозом сталинского ампи-

ра. Все 12 станций украшены скульптурами, монументальной живописью, оригинальными светильниками. При этом каждая из них индивидуальна и неповторима.

Отказ от излишеств

С самого первого дня строительства Московского метро ставилась задача создавать уникальные объекты, которые будут украшением города. Однако в 1955 г. правительство приняло решение «устранить излишества в проектировании и строительстве». Станции стали строиться не по индивидуальным, а типовым проектам. Появились первые наземные станции («Студенческая», «Кутузовская» и «Фили»), строительство которых обходилось дешевле.

Курс на экономии продолжался до 1970 г. Новые станции, появлявшиеся в городе, отличались друг от друга только цветом. Апофеозом экономической выгоды стал участок Филёвской линии от станции «Фили» до «Молодежной»: он почти полностью проложен по поверхности.

Также в 1960-е продолжалось удлинение веток на окраины города. Открылся участок фиолетовой линии со станциями «Таганская», «Пролетарская», «Волгоградский проспект», «Текстильщики», «Кузьминки», «Рязанский проспект», «Ждановская» (сегодня –



«Выхино»), на юг продлевается зеленая ветка: открываются «Коломенская», «Каширская», «Варшавская» и «Каховская».

Метрополитен не только продолжил удлиняться в сторону окраин, но и связывать между собой радиусы, заполняя внутрикольцевое пространство. В начале 1972 г. открылись станции «Площадь Ногина» (сегодня – «Китай-город»), «Колхозная» (ныне «Суваревская»).

В начале 1970-х получает развитие концепция эстетического оформления. Теперь она сочетает индивидуальность сталинского метро и индустриальность хрущевского. В центре строятся станции глубокого заложения. «Кузнецкий Мост», «Пушкинская», «Горьковская» (ныне «Тверская») возводятся в стиле 30-х годов прошлого века.

1980-е стали наиболее продуктивным периодом в истории метрополитена. В 1983-м была введена в эксплуатацию Серпуховская линия с восемью станциями – от «Серпуховской» до «Южной». С 1985 по 1988 г. строители ежегодно сдавали по три станции. В 1989-м была открыта только одна – «Крылатское» Филевской линии. В 1990-м – четыре: «Ясенево» и «Битцевский парк» (сегодня – «Новоясеневская») Калужско-Рижской линии, а также «Черкизовская» и «Улица Подбельского» (сегодня – «Бульвар Рокоссовского») Кировско-Фрунзенской (ныне – Сокольнической) линии.

Станции новой страны

В 1990-е темпы строительства метро резко сократились. Тем не менее, были завершены проекты, запущенные еще до распада СССР. С 1991 по 1994 г. открывается северный участок Серпуховско-Тимирязевской линии от «Савеловской» до «Алтуфьево». В 1995–1999 гг. после долгого строительства запускается Люблинская линия от «Чкаловской» до «Марьино». В августе 2000-го на Серпуховско-Тимирязевской линии открывается «Улица Академика Янгеля».

В новом тысячелетии Московское метро совершило новый исторический шаг: ветки стали продлеваться не только в спальные районы, но и за МКАД. Первой станцией за пределами Московской кольцевой автодороги становится «Бульвар Дмитрия Донского», открытый в 2002-м. В мае 2003-го москов-



ские метростроители поставили новый рекорд – открывается самая глубокая станция подземки – «Парк Победы».

Сегодня появление новых станций метрополитена становится для города обычным явлением: только за пять месяцев текущего года открылись восемь новых станций. Расширение сети метрополитена позволило получить метро в шаговой доступности жителям многих районов города. За последние шесть лет метро появилось в Братеево, Орехово-Борисово, Тропарёво, а также в расположенных за МКАД районах Новокосино, Выхино-Жулебино. Большим событием в жизни города стало открытие первых станций на территории Новой Москвы. Мировые урбанисты по праву оценили темпы развития присоединенных территорий и оперативность, с которой на территории ТиНАО появились первые станции метро. В 2018 г. на территорию Новой Москвы придет еще одна ветка метро – Калининско-Солнцевская, восемь станций которой будут открыты в самое ближайшее время. Кроме того, еще четыре станции появятся на Сокольнической линии уже в этом году.

Городские власти давно поняли, что продлевать радиальные линии бесконечно невозможно, поэтому важной частью

стратегии развития метрополитена стало создание новых кольцевых маршрутов. В 2016 г. состоялся запуск движения по Московскому центральному кольцу – городской железной дороге, интегрированной в структуру метрополитена. Городская электричка быстро приобрела популярность у жителей города и создала множество альтернативных маршрутов движения. Наконец, в 2018 г. открыты первые пять станций Большой Кольцевой линии, которая должна замкнуться уже в 2021 г. Кольцо, которое будет включать в себя 31 станцию. Кроме того, новая ветка станет плацдармом для строительства радиальных линий. В ходе строительства БКЛ закладываются технические решения, позволяющие присоединить к ней новые радиусы метро:

- Рублево-Архангельскую линию – на станции «Улица Народного Ополчения»;
- Коммунарскую линию – на «Улице Новаторов»;
- перспективную линию в районы Восточное и Западное Бирюлево и Щербинку – на «Кленовом бульваре».

Еще одна станция – «Беломорская» – появится на Замоскворецкой линии между станциями «Речной вокзал» и «Ховрино», открывшейся в прошлом году.

Коллективу АО «Метрогипротранс»

Уважаемые коллеги!

Тоннельная ассоциация России сердечно поздравляет коллектив института «Метрогипротранс» с восьмидесятипятилетием со дня образования организации!

1 июня 1933 г. это поистине знаменательный день – день, который стал отправной точкой многолетнего и полного творческих свершений пути коллектива инженеров-проектировщиков и архитекторов, создавшего уникальный облик Московского метрополитена и определившего основные направления развития метростроения в СССР и России.

Метрополитен Москвы, сложнейший в инженерном отношении транспортный комплекс столицы, с самых первых лет своего существования стал незаменимым и самым надежным видом городского транспорта. Построенные по разработанным в вашем институте проектам станции Московского метрополитена поражают своим великолепием и разнообразием, являются произведениями искусства и неизменно радуют своим видом жителей города и многочисленных гостей столицы.

Жители многих городов бывшего СССР и России, в которых действуют и строятся метрополитены, с благодарностью хранят память о неоценимом вкладе специалистов вашего института в организацию проектирования объектов их метрополитенов.

С уверенностью можно утверждать, что сотрудники вашего института заложили прочную основу, на которой в странах СНГ созданы современные коллективы изыскателей и проектировщиков, в полном объеме владеющие самыми современными методами проектирования подземных сооружений.

Нельзя также не отметить, что коллектив Метрогипротранса является одним из учредителей и активным членом Тоннельной ассоциации России, которая в 90-е годы прошлого столетия стала для организаций, связанных с подземным строительством, объединяющим звеном в условиях перестройки экономических отношений, и в настоящее время играет роль проводника научно-технического прогресса в жизнь.

От имени всех членов Тоннельной ассоциации России поздравляю коллектив института «Метрогипротранс» со столь торжественным событием в вашей жизни. Желаю всем вам здоровья и новых творческих свершений в вашем благородном деле.

***Председатель правления
Тоннельной ассоциации России***



К. Н. Матвеев

ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ЕВРОПЕЙСКИХ АВТОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ

EXPERT ESTIMATION OF SAFETY OF THE EUROPEAN ROAD TUNNELS

Л. В. Маковский, профессор МАДИ

L. V. Makovsky, prof. MADI

В соответствии с Европейской программой безопасности автодорожных тоннелей EuroTAP проведено тестирование 52 тоннелей в 14 странах Евросоюза. Выявлены основные нарушения и дефекты, влияющие на безопасность тоннелей, и установлен рейтинг для каждого тоннеля, характеризующий потенциал безопасности и степень риска. Указано на необходимость создания единого нормативного документа по безопасности автодорожных тоннелей во всех странах Евросоюза.

According to the European program of safety of road tunnels EuroTAP testing 52 road tunnels in 14 countries of the European Union is lead. The basic infringements and the defects influencing safety of tunnels are revealed, and the rating for each tunnel the describing potential of safety and a degree of risk is established. It is specified necessity of creation of the uniform normative document on safety of road tunnels in all countries of the European Union.

В настоящее время в европейских странах эксплуатируются более 10 тыс. км транспортных тоннелей, причем только за последние 15–20 лет их протяженность увеличилась более чем на 2 тыс. км [1]. Несмотря на оснащение тоннелей эффективным эксплуатационным оборудованием, повышающим степень надежности и безопасности, существует риск возникновения аварийных ситуаций, зачастую с катастрофическими последствиями. Особенно велик этот риск в тоннелях постройки начала и середины прошлого столетия, которые строились и длительное время эксплуатировались по старым нормам. Увеличение интенсивности и скорости движения транспортных потоков, в составе которых велика доля большегрузных, крупногабаритных автомобилей, часто приводит к различным ДТП, как в самих тоннелях, так и на въездах и выездах из них. Столкновения автомобилей, наезд на ограждения и конструкции тоннелей, возгорание и взрывы провозимых по тоннелям огне- и взрывоопасных грузов во многих случаях сопровождаются человеческими жертвами, повреждением тоннельных конструкций и оборудования, что приводит к длительному прекращению эксплуатации тоннеля и наносит большой экономический ущерб. Наиболее катастрофичными по своим последствиям явились пожары в тоннелях Монблан (1999 г., погибли 39 чел.), Тауэрн (1999 г., погибли 12 чел.), Фрежюс (2001 г., отравились 14 чел.), Сен-Готард где с 1992 по 1998 г. было зафиксировано 43 пожара из-за столкновений транспортных средств (2001 г., погибли 11 чел.). Ущерб от каждой аварии составил от 3 до 5 млн долл. [2, 3]. Таким образом, можно констатировать, что безопасность автодорожных тоннелей – глобальная технико-экономическая и социально-экологическая проблема, для

решения которой необходимы совместные усилия специалистов многих стран.

С 1999 г. всегерманский автомобильный клуб (ADAC) реализует комплекс мер по контролю безопасности автомобилистов в европейских тоннелях. В результате создана база данных по более чем 200 тоннелям в 14 странах, а также разработана методика тестирования, принятая как единая для всех стран Евросоюза.

По инициативе ADAC была также создана Европейская программа безопасности автодорожных тоннелей – EuroTAP – одна из восьми исследовательских программ под эгидой Европейской комиссии [4]. К этой программе подключились 12 автомобильных ассоциаций, которые совместно с Международной федерацией автомобилистов (FIA) выражают интересы около 40 млн автомобилистов Европы. Программа EuroTAP действует с 2005 г. и включает систематическое тестирование наиболее крупных автодорожных тоннелей Европы, развитие информационной базы и просветительскую деятельность с целью снижения аварийности и повышения комфортабельности проезда по тоннелям.

Для реализации первого этапа программы Европейская комиссия в Брюсселе выделила 1,5 млн евро из общей суммы в 4,2 млн евро. ADAC совместно с FIA обеспечивает координацию работ по 150 новым тоннелям (по 50 тоннелей в год) и информацию в специальной прессе, на DVD, в Интернете, в автомобильных клубах и пр. Эта информация содержит все данные по результатам тестирования и рекомендации технического и организационного характера. Требования безопасности автодорожных тоннелей длиной более 500 м на трансъевропейской сети закреплены в Европейских нормах, действующих с апреля 2004 г. и принятых всеми странами Евросоюза с мая 2006 г. [7]. Все

эксплуатируемые тоннели к 2014 г. переоборудованы в соответствии с этими требованиями.

В Австрии, насчитывающей наибольшее количество тоннелей на трассах, проходящих через страны Евросоюза, закон о безопасности автодорожных тоннелей действует с начала мая 2006 г. Он включает требования к тоннелям не только на трансъевропейской сети, но и на всех магистральных и дорогах страны. В Нидерландах требования европейских норм намечено распространить на все тоннели длиной более 25 м. В Германии с 1984 г. действуют «Инструкции по оснащению и эксплуатации автодорожных тоннелей (RA8T)», в которых изложены требования к эксплуатационным устройствам и оборудованию автодорожных тоннелей длиной более 400 м, обеспечивающие их безаварийное функционирование.

В 1994 и 2004 гг. «Инструкции...» были переработаны в соответствии с европейскими нормами [5, 6]. В 2003 г. государство инвестировало 230 млн евро в техническое переоснащение ряда автодорожных тоннелей. С 2013 г. все автодорожные тоннели Германии оборудованы согласно требованиям общеевропейских норм.

С 1999 г. германский DMT (Deutsche Montan Technologie) совместно с автомобильными клубами ADAC 14 европейских стран проводит регулярное тестирование 52 тоннелей: по 8 тоннелей в Германии и Испании, 7 – в Австрии, по 6 – в Италии и Швейцарии, 4 – во Франции, по 2 – в Хорватии, Нидерландах, Норвегии, Португалии и Словении и по 1 – в Бельгии, Великобритании и Словакии. Всего было зафиксировано более 200 параметров, что позволило ADAC создать уникальную базу данных, содержащую строительные и эксплуатационные характеристики, влияющие на степень безопасности тоннелей. Суммарная длина всех протестированных тоннелей составляет более 100 км.

Таблица

Страна, тоннель	Автомобильная дорога	Длина тоннеля, км	Год ввода в эксплуатацию	Интенсивность движения, тыс. авт./сут. % грузовых автомобилей	Анализ результатов тестирования									
					Количество труб	Конструкции тоннеля (14%)	Освещение и энергообеспечение (8%)	Автомобильное и мониторинг (16%)	Коммуникации (11%)	Эвакуация людей (13%)	Противопожарная защита (19%)	Вентиляция (11%)	Аварийное управление (8%)	Окончательная оценка
АВСТРИЯ														
Биндермихль	A-7	14	2005	85/8	2	++	++	0	++	++	++	++	++	++
Офенауэр	A-10	1,4	1974	38,8/19,2	2	++	++	+	++	+	++	++	++	++
Вальд	A-9	2,8	1993	18,1/29,5	2	++	++	+	++	+	+	++	+	++
Хайфлер	A-10	2,0	1974	38,8/19,2	2	++	++	+	++	+	+	++	++	++
Освальдиберг	A-10	4,3	1988	18,5/25	2	++	++	-	+	0	+	+	0	+
Эхренталерберг	A-2	3,3	1996	23,7/37,8	2	0	++	0	++	0	0	++	0	+
Брюк	S-6	1,3	1987	17,1/18	2	0	++	0	++	--	0	0	0	0
БЕЛЬГИЯ														
Лайфкеншоок	R-2	1,4	1991	13,4/30	2	++	++	0	+	+	++	++	0	++
ШВЕЙЦАРИЯ														
Глион	A-9	1,4	1970	43,1/7	2	+	++	++	++	++	++	++	++	++
Розенберг	A-1	1,4	1987	65/4,1	2	0	++	0	++	++	++	++	++	++
Конфигнон	A-1	1,5	1993	65/7	2	0	++	+	++	++	++	++	+	++
Зонненберг	A-2	1,7	1976	64/10	2	0	++	0	+	+	+	--	++	+
Фёссенстауб	A-4	1,5	1996	22,8/6,3	1	0	++	0	+	0	+	-	++	+
Шелферст	A-4	1,3	1996	22,5/9,7	1	0	++	0	+	--	+	--	++	-
ГЕРМАНИЯ														
Хохвальд	A-71	1,1	2001	17/12	2	+	++	++	++	++	++	++	++	++
Аубинг	A-99	1,9	2006	40/15	2	++	++	++	++	+	++	++	++	++
Кошутц	A-17	2,3	2004	42/24	2	++	++	+	++	++	++	++	++	++
Каппельберг	B-14	1,6	1992	80/9	2	++	++	-	++	++	0	++	0	++
Дортмунд-Вамбел	B-236	1,4	1993	49/12,7	2	++	++	--	+	++	++	0	--	0
Кирхберг	B-294	1,8	1991	7,8/12	1	+	++	-	++	--	++	+	--	0
Растат	L-77a	1,0	1992	15/10	1	0	++	--	+	--	++	0	0	0
Университет	A-46	1,0	1983	67,7/11	2	++	++	--	--	--	+	-	--	-
ИСПАНИЯ														
M-12	M-12	1,8	2005	4,5/7,5	2	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Галластегл	AP-1	2,4	2003	12/13,5	2	++	++	++	++	++	++	++	0	++
Балито	GC-1	1,2	2003	16,3/5	2	++	++	++	-	++	0	++	+	++
Пердон	A-12	1,1	2005	14,7/7,5	2	++	++	++	--	++	+	++	++	+
Ниеварес	A-8	2,4	2003	19,1/18	2	++	++	++	+	+	0	0	0	+
Гальзадас	M-40	1,0	1996	131,9/2,6	1	0	0	0	--	-	--	+	0	-
Лорка	A-7	0,9	1988	14,3/18,8	1	+	0	0	--	--	--	++	0	--
Ровира	-	1,3	1984	27/3	2	++	+	0	--	--	--	--	-	--
ФРАНЦИЯ														
СенЖермен	A-14	4,6	1995	27,6/2,9	2	++	++	++	++	++	0	++	++	++
Вуаше	A-40	1,4	1982	17,6/15	2	+	++	++	++	++	0	++	++	++
Лас Планас	A-8	1,1	1976	75,8/9,5	2	+	++	+	0	--	-	-	+	0
Ларме	A-8	1,1	1979	25,7/15,8	2	+	++	0	--	--	-	+	+	-
ВЕЛИКОБРИТАНИЯ														
Мидуэй	-	0,7	1996	46/8,6	2	+	+	--	--	0	--	-	--	--
ХОРВАТИЯ														
Грич	A-1	1,3	2004	9,6/5,5	2	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Мала Капела	A-1	5,8	2005	14,7/4	1	0	++	++	++	++	0	-	++	+
ИТАЛИЯ														
Аппиа Антика	-	1,1	1999	200/30	2	++	++	-	--	--	+	+	--	0
Колле ди Тенда	SS-20	3,2	1982	22/8	1	--	++	+	-	--	+	-	+	-
Монте Пергола	R-2	2,3	1951	40/30	2	-	++	--	--	--	--	0	--	--
Фоссино	A-3	1,6	1970	16/30	2	++	--	--	--	--	--	--	--	--
Монтекревола	SS-33	2,2	1967	2,3/10	1	++	-	--	--	--	--	--	--	--
Сегеста	A-29	1,7	1975	11/10	2	0	--	--	--	--	--	--	--	--
НОРВЕГИЯ														
Ослофиорд	RV-23	7,3	2000	5,1/15	1	-	++	+	++	--	-	-	+	0
Нес	E-16	1,3	1988	9,2/12	1	--	++	--	+	--	--	-	+	--

Продолжение таблицы

Страна, тоннель	Автомобильная дорога	Длина тоннеля, км	Год ввода в эксплуатацию	Интенсивность движения, тыс. авт./сут.	Анализ результатов тестирования									
					% грузовых автомобилей	Количество труб	Конструкции тоннеля (14%)	Освещение и энергообеспечение (8%)	Автодвижение и мониторинг (16%)	Коммуникации (11%)	Эвакуация людей (13%)	Противопожарная защита (19%)	Вентиляция (11%)	Аварийное управление (8%)
НИДЕРЛАНДЫ														
Тамассен	N-15	1,5	2004	40/25	2	++	++	0	++	+	++	++	+	++
Сичвенде	N-14	1	2003	40,5/5	2	-	++	+	++	+	+	++	+	+
ПОРТУГАЛИЯ														
Гардумха-1	A-23	1,6	1997	5,7/12	2	++	++	++	++	+	++	++	++	++
Рибейра Брава	VR-1	1,8	1996	17,5/3,5	2	+	0	-	--	+	--	-	0	0
СЛОВАКИЯ														
Браниско	D-1	5	2003	6,2/41	1	0	++	++	++	+	+	++	++	++
СЛОВЕНИЯ														
Трояне	A-1	2,9	2005	10,9/25	2	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Лойбл	E-652	1,6	1964	1,9/3	1	++	++	++	++	--	+	+	++	+

13 тоннелей (25 %) – одиночные (однотрубные) и 39 (75 %) – двойные (двухтрубные). Длина одиночных тоннелей изменяется от 0,7 до 7,3 км. Все тоннели, эксплуатируемые с 2000 г, за исключением двух, двойные.

В 2009 г. через эти тоннели было пропущено около 1,7 млн автомобилей, из которых 14 % – грузовые. В процессе тестирования каждого тоннеля фиксировали восемь показателей, характеризующих степень безопасности сооружения. Рейтинг каждого показателя выражается в процентах:

- конструкции тоннеля – 14 %;
- освещение и энергообеспечение – 8 %;
- интенсивность и плотность движения автомобилей; мониторинг – 16 %;
- качество систем наблюдения, связи и других коммуникаций – 11 %;
- аварийные выходы и эвакуационные пути – 13 %;
- противопожарная защита – 19 %;
- система вентиляции – 11 %;
- аварийное управление в кризисных ситуациях – 8 %.

Путем экспертной оценки зафиксированных показателей был установлен потенциал безопасности каждого тоннеля, характеризующий возможность избежать аварийной ситуации и необходимость принятия дополнительных мер по повышению степени безопасности. Кроме того, был определен потенциал рифта, оценивающий возможные случаи аварийности и степень их опасности. При этом учитывали такие факторы, как интенсивность и плотность движения, доля в транспортном потоке грузовых автомобилей, транспортировка по тоннелю опасных грузов и пр. Было установлено, что частота ДТП возрастает с увеличением интенсивности движения и длины тоннеля.

Полученные в процессе тестирования 52 тоннелей данные и экспертные оценки приведены в таблице [7]. Безопасность каждого тоннеля оценивается по 5-балльной шкале: «отлич-

но», «хорошо», «удовлетворительно», «вызывает опасение», «неудовлетворительно». На основе анализа данных по восьми показателям с учетом их рейтинга устанавливается окончательная оценка состояния тоннеля, и в случае необходимости даются рекомендации по повышению степени его безопасности. Всего по результатам тестирования наивысшая оценка «отлично» была присвоена 22 тоннелям, оценка «хорошо» – 9 тоннелям и оценка «удовлетворительно» – 7 тоннелям, 5 тоннелей получили оценку «вызывает опасения» и 8 – «неудовлетворительно». Таким образом, 65 % всех тоннелей длиной составляющей 60 % суммарной длины тоннелей, удовлетворяют требованиям безопасности, а 25 % тоннелей признаны не соответствующими действующим стандартам.

Четыре германских тоннеля аттестованы оценкой «отлично», включая тоннели Хохвальд (1,1 км) на автомагистрали А-99 вблизи г. Мюнхен и Капельберг (1,6 км) на автомагистрали В-14, который в 2002 г. рассматривался как «критический». Из восьми протестированных тоннелей Германии оценку «вызывающий опасение» получил Университетский тоннель длиной 1 км на автомагистрали А-46 в Дюссельдорфе.

Наивысшей оценки удостоился тоннель на автомагистрали М-12, ведущей к Мадридскому аэропорту Барахас (Испания). Тоннель длиной 1,8 км был введен в эксплуатацию в 2005 г. и оборудован всеми необходимыми эксплуатационными системами и устройствами (вентиляция, освещение, видео-мониторинг, защитные барьеры у порталов, дополнительные пути эвакуации людей, эффективная противопожарная система). Наихудшие результаты в истории ADAC получены при тестировании тоннеля Сегеста длиной 1,7 км на автомагистрали А-29 в Сицилии (Италия). Отсутствие противоаварийных устройств и эвакуационных путей для спасения людей делает этот тоннель непригодным к эксплуатации. Два других итальянских тонне-

ля – Монтекревола (2,2 км) и Фоссино (1,6 км) характеризуются отсутствием важнейших эксплуатационных устройств и также заслужили неудовлетворительную оценку. По завершении программы EuroTAP, результаты тестов более чем 300 автодорожных тоннелей (полученные за девять лет) включены в специальный отчет, в нем дан анализ тенденций развития и совершенствования конструктивных, технологических и организационных мер по обеспечению безопасности автодорожных тоннелей.

Ключевые слова

Автодорожный тоннель, безопасность, тестирование.

Road tunnel, safety, rating.

Список литературы

1. Петренко Е. В., Федунец Б. И. *Итоги работы Международного тоннельного конгресса и 29-й Генеральной ассамблеи МТА // Подземное пространство мира. – 2001. – № 3–4. – с. 3–8.*
2. Маковский Л. В. *Безопасность движения в автотранспортных тоннелях // Подземное пространство мира. – 2002. – № 5–6. – с. 20–25.*
3. Антонов С. П. *Российское законодательство и требования по обеспечению огнестойкости тоннельных конструкций // Метро и тоннели. – 2016. – № 3. – с. 28–32.*
4. Кларке Я. *Программа оценки безопасности европейских тоннелей // Подземное пространство мира. – 2005. – № 6. – с. 49–50.*
5. *Инструкции по оснащению и эксплуатации дорожных тоннелей (RABT). 1994. – 72 с.*
6. *Tunnel. – 2006. – № 7. – p. 60.*
7. *Tunnel. – 2010. – № 8. – p. 48–53.*

Для связи с автором

Маковский Лев Вениаминович
tunnels@list.ru





4 мая 2018 г. Борису Ивановичу Федунцу, доктору технических наук, профессору исполнилось 80 лет!

быть всегда на передовых рубежах горной науки и техники!

Достойный выпускник Московского горного, Вы посвятили свою творческую жизнь горной науке и подготовке специалистов в области строительной геотехнологии.

Вся Ваша трудовая деятельность – это путь ученого и практика, который своими знаниями и опытом стремится облегчить труд горняка-подземного строителя, сделать его эффективнее, поднять престиж этой очень нелегкой профессии.

Широк диапазон Вашей научной и практической деятельности в России и на международном уровне, связанной с решением нелегких задач угольной промышленности и освоением подземного пространства недр земли. Вы – крупный специалист в области подземного строительства и разработки полезных ископаемых; Вами обоснованы, разработаны и внедрены принципиально новые технологии при отработке угольных пластов и урановых руд. Установлены закономерности изменения напряженно-деформированного состояния массива и выявлены физические особенности процесса резания прочных трещиноватых пород.

Весом Ваш вклад в подготовку горных инженеров-строителей, кандидатов и докторов наук. Вы – известный ученый, действительный член Академии горных наук и РАЕН, лауреат премии правительства РФ, заслуженный деятель науки и техники. Ваши учебники, монографии и научные статьи составляют фундаментальную базу для подготовки всего инженерного корпуса российских строителей подземных сооружений.

Много сделано с Вашим участием в деле совершенствования городского подземного строительства в Москве.

Известно, что Вы стояли у истоков создания Тоннельной ассоциации России, много лет работали в ее правлении и вели научно-технические конференции, до сих пор по мере сил участвуете в работе научно-технического экспертного совета и редакционной коллегии журнала «Метро и тоннели».

В день Вашего 80-летия шлём самые горячие дружеские поздравления и желаем Вам – большому ученому, дорогому нашему коллеге и надежному товарищу, крепкого здоровья, духовной бодрости, новых творческих успехов и свершений!



Дорогой Борис Иванович! Правление Тоннельной ассоциации России и коллектив кафедры строительства подземных сооружений и горных предприятий НИТУ МИСиС сердечно поздравляют Вас со славным Юбилеем!

Время неумолимо, но оно никак не сказало на Вашей удивительной трудоспособности, творческом энтузиазме и умении



5 июня 2018 г. исполняется 80 лет Игорю Яковлевичу Дорману, вице-президенту по научной работе АО «Метрогипротранс», доктору технических наук, профессору, академику Российской академии естественных наук (РАЕН).

щитовой проходки тоннелей с устройством монолитно-прессованной бетонной обделки;

- научные исследования и разработка нормативных документов по вопросам проектирования и строительства тоннелей и метрополитенов в сейсмоопасных регионах, которые с успехом применялись при сооружении тоннелей Байкало-Амурской железнодорожной магистрали, при выполнении технико-экономических обоснований и проектирования метрополитенов в Ташкенте, Тбилиси, Ереване, Баку, Алма-Ате, Софии. При его непосредственном участии разработаны эффективные сейсмостойкие конструкции перегонных и станционных тоннелей.

Вклад Игоря Яковлевича в решение вопросов сейсмостойкости конструкций Ташкентского метрополитена по достоинству оценен присуждением ему премии Совета Министров СССР.

В годы работы в проектно-институте «Мосинжпроект» И. Я. Дорман активно участвовал в разработке концептуальных подходов к проектированию подземных сооружений в условиях плотной городской застройки, многие из которых реализованы при сооружении торгового комплекса «Охотный Ряд», подземных инженерных комплексов площадей Павелецкого и Белорусского вокзалов, Лефортовского и Ггаринского тоннелей 3-го транспортного кольца Москвы, многих других объектов.

С 2010 г. Игорь Яковлевич работает в проектно-институте «Метрогипротранс» в долж-

ности вице-президента по научной работе, где активно участвует в реализации Программы развития Московского метрополитена и руководит направлением научного сопровождения проектирования объектов метрополитена, в том числе формированием нормативно-технической базы подземного строительства. Под его руководством произведена актуализация СП (СНиП) «Метрополитены» – документа, определяющего основные отечественные нормы проектирования метрополитенов.

Помимо большого объема основной производственной деятельности Игорь Яковлевич активно участвует в общественной работе – он является членом правления Тоннельной ассоциации России, входит в состав целого ряда научно-технических и экспертных советов, всемерно содействует работе журнала «Метро и тоннели», являясь заместителем председателя его редакционной коллегии.

Дорогой Игорь Яковлевич! Правление Тоннельной ассоциации России поздравляет Вас с 80-летием со дня Вашего рождения. Надеемся, что Вы и дальше будете активным проводником научно-технического прогресса в подземное строительство, будете вдохновлять и заряжать всех нас своей неистощимой энергией, радовать неиссякаемой доброжелательностью. Желаем Вам и всем родным и близким Вам людям крепкого здоровья и счастья.



Окончив в 1960 г. с отличием Московский институт инженеров железнодорожного транспорта и получив диплом инженера строителя по мостам и тоннелям, Игорь Яковлевич начал свой трудовой путь в Московском метрострое, где получил первый производственный опыт.

Этот опыт стал отправной точкой в его долгом и полном больших свершений пути, связанном с научной и проектной деятельностью в области метро- и тоннелестроения, комплексного освоения подземного пространства. Отметим лишь некоторые из достижений его научной деятельности:

- разработка и участие в широком внедрении в тоннелестроение в конце 60-х – начале 70-х годов прошлого столетия технологии

КВАЗИБИМЕТАЛЛИЧЕСКИЙ КОНТАКТНЫЙ РЕЛЬС – ДЕШЕВЛЕ НЕ БЫВАЕТ

QUASI-BIMETAL CONTACT RAIL. CHEAPER DOES NOT EXIST

А. Б. Куровский, главный инженер проектов АО «Моспромпроект»

A. B. Kurovsky, Chief Project Engineer of JSC «Mospromproekt»



В статье описан самый простой способ улучшения электропроводности контактного рельса метрополитена в три раза.

The article describes the easiest way to improve the electrical conductivity of the contact rail by three times.

В статьях [1] и [2] удалось построить абсолютную контактную сеть метрополитена с непрерывным питанием вагонов. Абсолютность означает, что контактная сеть не зависит от типов вагонов. Ограничивающими параметрами являются электротехнические характеристики контактного рельса (КР), которые не рассчитываются [3, с.152].

Контактный рельс (КР) является токопроводом положительной полярности в тяговой сети метрополитена. На метрополитенах Российской Федерации применяется

система электроснабжения постоянного тока с номинальным напряжением 750 В на токоприемнике вагона. КР стандартизирован: площадь поперечного сечения – 6601 мм², электрическое сопротивление – 18,9·10⁻³ Ом/км, материал – мягкая мартовская сталь. КР подвешивается к кронштейнам с помощью узлов крепления. На отечественных метрополитенах непосредственно для токосъема используется нижняя поверхность контактного рельса.

Альтернативой стальному КР служит биметаллический (алюминиево-сталь-

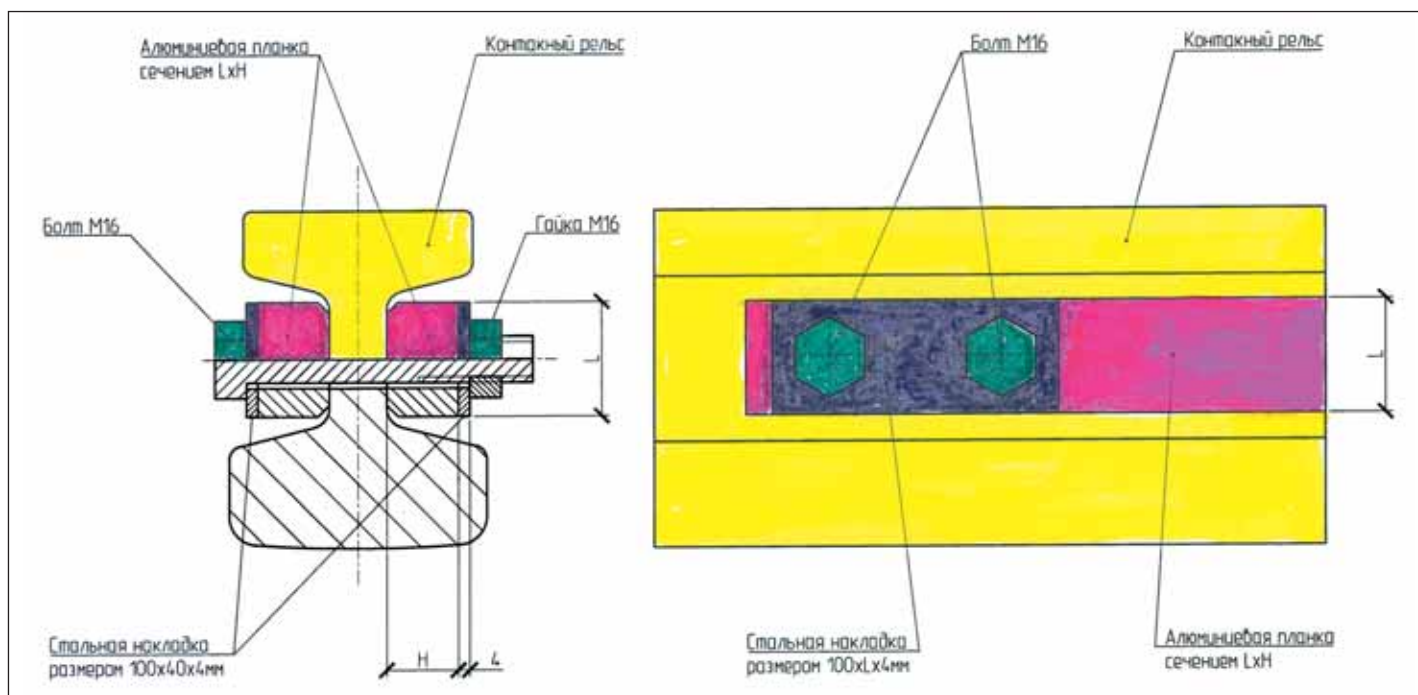


Рис. 1

ной) КР. На отечественных метрополитенах биметаллический КР не получил распространения ввиду технологических трудностей выполнения механического соединения рельсов из алюминия со стальной накладкой (чисто алюминиевый рельс быстро истирается), образующей поверхность токосъема: требуются большие затраты труда и плотный контакт между частями из разных металлов не обеспечивается.

В 1987 г. была высказана идея использования стандартного стального КР с алюминиевыми вкладышами в зоне шейки контактного рельса [3, с. 23]. В этой заметке предлагается использовать алюминиевые вкладыши локально, на небольших участках ($\leq 4,5$ м).

На рис. 1 показан промежуток контактного рельса с улучшенной электропроводимостью за счет алюминиевых вкладышей в зоне шейки КР. К контактному рельсу в зоне шейки с обеих сторон прижаты алюминиевые вкладыши в виде алюминиевых планок высотой L и толщиной H . Новшеством является то, что по длине вкладыши не превышают 4,5 м для того, чтобы вся конструкция свободно помещалась между кронштейнами, на которые подвешивается КР. Для надежного контакта с обоих концов вкладыши прижимаются болтами с гайками через стальные накладки с размерами $100 \times L \times B$, где толщина накладок $B = 4$ мм. В зоне отверстий и стальных накладок между вкладышами и рельсом применяется токопроводящая паста. В остальных местах прилегание КР и вкладышей не контролируется.

По промежутку ток протекает по трем проводникам: КР и два вкладыша. Электропроводность алюминия в 7 раз лучше электропроводности стали. Подбираем

сечение вкладышей так, чтобы каждый по электропроводности был эквивалентен КР. Подойдут вкладыши 40×24 , вычитая фаску 4 мм, получаем площадь сечения 944 мм^2 , что эквивалентно 6608 мм^2 стали. Длительный одночасовой ток для КР не превышает 5000 А и распределится между вкладышами и КР в пропорции: 1668:1665:1668. Отслеживаем, что 1668 А меньше длительно допустимого тока 1900 А для алюминиевой шины с указанным сечением.

По габаритам узлы соединения вкладышей с КР и сами вкладыши помещаются под защитным электроизолирующим коробом. Вес 1 м КР равен 51 кг. Добавочный вес 1 м двух вкладышей не превышает 6,5 кг, что составляет 12,7 % и с легкостью вкладывается в запас прочности для подвеса КР на кронштейнах.

Участок КР длиной 4,5 м (длина может быть любой, но 4,5 м как раз позволяют избежать проблем подвеса КР в зоне кронштейнов) с двумя алюминиевыми вкладышами выбранного сечения получает электропроводность в три раза лучшую в сравнении с исходным участком КР.

Назовем КР с локальными (кусочными) алюминиевыми вкладышами в зоне шейки – квазибиметаллическим.

Использование квазибиметаллического КР при любой системе питания (централизованная, децентрализованная) позволяет избежать мертвых зон по падению напряжения. Даже если расстояние между ТПП 3500 м [3, с. 20], то по сопротивлению КР можно считать его равным 1200 м.

Например, на ст. «Беломорская» Замоскворецкой линии Московского метрополитена можно обойтись без ТПП. Проблемы с консольным питанием ст. «Улица Новато-

ров» на линии в Коммунарку исчезают автоматически.

Экономия электроэнергии из-за сокращения потерь в линии переоценить трудно.

Замечу, что применение квазибиметаллического КР не позволяет увеличить предельно допустимый длительный ток КР, ограничение 1900 А для алюминиевого вкладыша остается в силе.

Если возникнет потребность поднятия предельно допустимого тока для КР, то следует использовать медные вкладыши. Результат до 10000 А достигим, если преодолеть ограничения по весу и научиться проходить места подвеса КР на кронштейнах.

Рисунки к этой статье и в [1] и [2] выполнил Лариков Р. Г. (Моспроект), а применение квазибиметаллического КР неоднократно обсуждалось с Куликовым С. В. (ГУП «Московский метрополитен»).

Ключевые слова

Тяговая сеть, контактный рельс.
Hauling network, contact rail.

Список литературы

1. Куровский А. Б. Применение активного узла секционирования для схемы питания контактной сети метрополитена // Метро и тоннели. – № 3–4. – 2017. С. 8–9.
2. Меркулова А. Д., Куровский А. Б., Поляков Б. Ю., Чумаков Е. Ф. Секционирование контактной сети метрополитена. Неперекрываемые воздушные промежутки контактного рельса, прощайте? // Метро и тоннели. – № 5. – 2016. С. 16–17.
3. Тяговые сети метрополитенов / Е. И. Быков, Б. В. Панин, В. Н. Путьнин. М., 1987.

Для связи с автором

Куровский Александр Борисович
a.kurovsky@mospp.ru



ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ УЗБЕКИСТАНА

PROBLEMS OF CONSIDERATION OF GEOLOGICAL ENVIRONMENT ACTIVITIES AT CONSTRUCTION OF TRANSPORT TUNNEL IN UZBEKISTAN

М. Х. Миралимов, Ташкентский институт по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог, Узбекистан

M. H. Miralimov, Tashkent Institute of Design, Construction and Maintenance of Automotive Roads, Uzbekistan

Основными природными факторами, определяющими состояние безопасности при строительстве и эксплуатации тоннелей, являются современные тектонические движения земной коры, землетрясения и экзогенные геологические процессы. В результате протекания этих процессов происходит деструкция вмещающих горных пород, разрушение крепи и внезапные обрушения подземных выработок.

Если учесть, что строительство тоннелей, особенно транспортного назначения, за некоторым исключением, осуществляется исключительно в горных регионах, то на первый план выходит изучение и анализ опыта успешной реализации сложных проектов подземного строительства, применение новых прогрессивных конструктивных решений подземных объектов, эффективных аналитических и численных методов их расчета на воздействие геологической среды. В связи с этим приведены данные о последствии землетрясений на подземные сооружения и закономерности распределения перемещений и напряжений в обделках тоннелей под действием сейсмических нагрузок.

В статье приводятся сведения о недавно построенном в Узбекистане транспортном тоннеле протяженностью 19,2 км на участке новой электрифицированной железнодорожной линии Ангрен – Пап. Рассматриваются вопросы учета сейсмической активности геологической среды, как в процессе проектирования, так и строительства и эксплуатации подземных сооружений.

The main natural factors that determine the state of safety in the construction and maintenance of tunnels are modern tectonic movements of the earth's crust, earthquakes and exogenous geological processes. As a result of these processes is occurred destruction of containing rocks, breaking of lining and unexpected collapse of the underground openings.

If we consider that construction of tunnels, and particularly transport destination, with some exceptions, is carried out exclusively in the mountain regions, then first at the forefront is come out the research and analysis of experience of the successful implementation of complicated projects of underground construction, the use of new advanced design solutions of underground facilities, effective analytical and numerical methods of their calculation on activity of geological environment. In this connection, in work are given the effects of earthquakes on underground structures and patterns of displacement and stress distribution in the lining of tunnels under the seismic loads.

Also this article provides information about the transport tunnel 19.2 km long which was recently completed in Uzbekistan in the area of new electrified railway line Angren – Pap. The problems of seismic activity assessment of geological environment, both in the process of design, construction and maintenance of underground structures are considered.

Все возрастающие объекты капитального строительства, увеличение численности и улучшение условий проживания населения, массовое освоение подземного пространства в крупных городах с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями с крайне ограниченными возможностями расширения территории предъявляют высокие требования к надежности и экономичности возводимых сооружений, строящихся в районах высокой сейсмичности.

Развитие строительства подземных сооружений в последние десятилетия во всем мире обусловлено градостроительным планированием, общей компоновкой системы со-

оружений, загруженностью наземной территории, морфологическими условиями (рельефом местности), конструктивными условиями безопасности, созданием благоприятной среды обитания и улучшением экологической обстановки.

Строительство тоннелей имеет богатую историю. Так, начало их строительства было положено ещё в XVII в., когда на участке Лангедокского канала, соединявшего реку Гаронка со Средиземным морем, во Франции в 1679–1681 гг. был построен Мальпасский тоннель [1]. В конце XIX – начале XX в. было построено большое количество транспортных тоннелей, в эти же годы в крупнейших

мегаполисах началось строительство метрополитена (Лондон, 1863 г.).

Строительство тоннелей в сложных геологических условиях, в том числе с использованием новейших технологий антисейсмического строительства, осуществлялось в конце XIX – начале XX в. (например, строительство подводного автотоннеля Аквалайн между двумя искусственными островами в Токийском заливе протяженностью 9,5 км). Сегодня самым глубоким в мире тоннелем является Эйксунский автотоннель, проложенный по дну Стурь-Фьорда в Норвегии [2].

Колебания грунта и инженерных сооружений при землетрясениях в сложных гор-

но-геологических условиях, к которым относится территория Узбекистана, зависит от рельефа местности и особенности грунтового сложения направления пластов. Поэтому вполне логично для расположения сооружений выбирать участки, где сейсмические волны наименее всего проявят свои разрушительные воздействия и создадут наименьшее напряжение в сооружениях.

Особенно это проявляется в тоннелях, где часто происходят различные разломы. Строительство тоннелей, особенно транспортно-го назначения, за некоторым исключением, осуществляется исключительно в горных регионах. В связи с этим инженерно-геологические условия участков их сооружения предопределяются особенностями процесса горообразования (орогенеза) в земной коре вообще и формирования конкретных горных областей и отдельных их участков в частности. С позиции чисто научных геологических исследований последние, несмотря на множество серьезных проблем, относительно определены, и этому посвящено в мировой литературе большое количество работ, в том числе и обобщающего характера. В то же время с позиций инженерной геологии формирование (инженерно-геологических) свойств массивов горных пород при горообразовании в научной литературе практически не отражено, особенно в региональном плане [2].

Имеющиеся материалы по отдельным участкам непосредственного строительства подземных сооружений, хотя и представляют определенную научную и практическую ценность, тем не менее, они очень редко могут служить прямыми аналогами для прогноза условий подземного строительства в других горных регионах. И связано это, прежде всего, с исключительным многообразием и сложностью формирования горных пород, обуславливающих их взаимосвязи, и сложностью эндогенных и экзогенных процессов, что проявляется в активности сейсмических сил на инженерные сооружения.

К настоящему времени научными, проектными и строительными организациями накоплен большой опыт успешной реализации сложных проектов подземного строительства. Созданы новые прогрессивные конструктивные решения подземных объектов, разработаны эффективные аналитические и численные методы их расчета на большинство различных видов нагрузок и воздействий [3].

Построенный в 2016 г. в Узбекистане участок новой электрифицированной железнодорожной линии Ангрэн – Пап протяженностью более 130 км содержит самый длинный в Центральной Азии железнодорожный тоннель длиной 19,2 км [4] (рис. 1).

Тоннель предназначен для железнодорожного сообщения между столичной областью Узбекистана и Ферганской долиной, его трасса проложена вдоль исторического Ве-

ликого шелкового пути, параллельно известному высокогорному перевалу Камчик, через который на высоте более 2200 м над уровнем моря проходит автострада, соединяющая Восточный Узбекистан с остальной частью страны. Строящийся новый тоннель должен пересечь весьма сложные в геологическом отношении горные массивы на высоте более 1300 м над уровнем моря.

Осуществление комплекса работ по проектированию и строительству тоннеля на конкурсной основе получили специалисты и компании Китайской Народной Республики, строительство тоннеля велось специализированной компанией «China Railway Tunnel Group, LLC».

Несомненно, реализация этого широкомасштабного строительства является не только логическим продолжением в деле создания единой сети железных дорог Узбекистана, но позволит также организовать международный транзитный железнодорожный коридор между странами Евразии.

В целях интенсификации строительных работ и сокращения времени строительства было предусмотрено разделить всю длину тоннеля при помощи боковых вспомогательных строительных штолен на четыре участка. Вспомогательные штольни обеспечивают доступ к трассе тоннелей и создание условий проходческих работ при помощи дополнительных забоев. Проходческие работы были начаты осенью 2013 г. одновременно в семи забоях: главный и

Рис. 1. Схема размещения маршрута тоннеля





Рис. 2. Проведение проходческих работ в тоннеле

вспомогательный тоннели сразу с обоих противоположных порталов по схеме встречных забоев, а также три штольни, проектная длина которых в зависимости от рельефа местности составляла от 1,5 до 3,5 км при максимальном уклоне до 80. По достижении штольнями проектной трассы тоннелей каждая штольня обеспечивает работу четырех забоев.

В зависимости от инженерно-геологических условий строительные работы в главном тоннеле организуются уступным забоем или сплошным сечением при помощи шпуровой взрывной отбойки (рис. 2). Длина шпуров принимается до 4 м, диаметр 40–42 мм. Для взрывных работ применяются патронированные ВВ диаметром 32–36 мм, схема инициирования зарядов – обратная.

Передовая технология и организация буровзрывных работ, применяемые средства позволяют добиваться высокой эффективности работ, так, коэффициент использования шпуров достигает 95 % и более [4]. Тоннели и вспомогательные штольни на различных участках в соответствии с характеристикой устойчивости вмещающих пород крепятся набрызг-бетоном, армированной сеткой в сочетании с анкерной крепью. Постоянная монолитная бетонная крепь тоннеля возводится с применением механизированной передвижной опалубки.

В мировом рейтинге, по своей сложности среди тоннелей, расположенных в горной местности, он занимает 8-е место, а по длине железнодорожного полотна в тоннеле – 13-е.

В геологическом отношении район месторасположения тоннеля относится к юго-восточному, северо-западному и осевому участку Кураминской антиклинали. Ось антиклинали совпадает с водоразделом Кураминского хребта в северо-восточном и юго-западном направлении, образуя сложные складки и разлом северо-западного направления.

Геологическая структура исследуемого района, в основном, сформировалась во время тектономагматической эпохи Хейси, далее подверглась воздействию альпийского орогенеза, а геологическое структурное движение привело к подъему огромного антиклиналя и интенсивному перемещению. Антиклиналь образует очень сложные складки

и зоны глубоких разломов в северо-западном направлении. Разломы и магматические включения очень сложные, и иногда покрывают структурные складки, которые были сформированы во время герцинского орогенеза. В районе исследований развиты структуры разлома, в основном, северо-западного и юго-восточного направления, на которые активно воздействуют землетрясения; также в районе исследований развиты тектонические швы и трещиноватость. В районе строительства тоннеля находятся, в основном, четыре больших разлома: Меридиональный, Ташлакский, Айгырбайтальский и Правобережный.

Айгырбайтальский – это местный разлом, разработанный вместе с тоннелем внутренний угол в 17°; не пересекается с тоннелем, проходит примерно в 100 м от тоннеля, как минимум, с возможным воздействием на состояние тоннеля. Имея протяженность в 6 км, в зоне разлома наблюдается нарушенная зона шириной 50 м и участок воздействия длиной до 750 м; простирание жилы на 20–30° северной широты и западной долготы, с углом погружения 75–80°. Породы в нарушенных участках разлома сильно раздроблены и подверглись ожелизации. Трещины часто встречаются в горных массивах и породных толщах. Небольшие трещины пород концентрируются, в основном, в четырех основных системах. Трещины идентичны вертикальным структурам и имеют углы наклона на восток и запад. Элементы образования трещин этих систем идентичны элементам основных геологических тектонических разломов.

В ходе геологической съемки участка в июле–сентябре 2013 г. были изучены всего 508 групп положений трещин (рис. 3). Как видно из розы трещиноватости, параллельной простиранию, подготовленной в отношении статистически значимых трещин, принцип ясен и, в основном, разработаны четыре группы трещин с простиранием жилы на 300–309°, 320–329°, 290–299° и 310–319°, которые идут параллельно маршруту тоннеля или пересекают его под небольшим углом, что неблагоприятно влияет на устойчивость боковых стен тоннеля.

Подземный грунтовый фон, а также его физико-механические характеристики необходимы для проектирования и строительства тоннеля в сложных инженерно-геологических условиях. Актуальным является вопрос обеспечения сейсмостойкости подземных сооружений. При глубоком заложении объектов подземных сооружений их устойчивость определяется гравитационными и тектоническими-аномальными силами и горными ударами.

Геотехнические и другие проблемы, возникающие при строительстве тоннеля, предопределяются вышеупомянутыми уникальными условиями инженерно-геологического, сейсмотектонического и материально-снабженческого характера.

Правильная оценка последствий землетрясений позволяет выявить типичные повреждения конструкций, их взаимодействие с грунтом при колебаниях, установить относительную сейсмостойкость и слабые места в обделках различных грунтов, учесть качество строительства, разработать рекомендации и антисейсмические мероприятия.

Как показывает опыт прошедших землетрясений, даже в сейсмостойких подземных сооружениях наблюдаются повреждения, в том числе и несущих конструкций [3]. Этому довольно много причин (конструктивные особенности конкретного объекта, прочность материалов, конструкций, качество строительства и многие другие). Однако основной причиной почти всегда является особенность самого сейсмического процесса и, прежде всего, его интенсивность.

В связи с этим создание надежных методов расчета устойчивости под действием сейсмических нагрузок было и остается актуальной задачей теории сейсмостойкости подземных сооружений. Практическое осуществление расчетов транспортных подземных сооружений, воздействие сейсмических нагрузок представляет сложную задачу динамики подземных сооружений.

На основе анализа результатов многовариантного численного эксперимента установлено, что сейсмические напряжения составляют не более 30–35 % от напряжений, возникающих при постоянных нагрузках, в зонах, где величины растягивающих и сжимающих на-

пряжений достигают максимальных значений. В целях обеспечения несущей способности элементов конструкций тоннелей необходимо выполнить усиленное армирование.

При выборе трассы строительства тоннелей часто не удается избежать пересечения с районами повышенной сейсмической активности и зонами активных тектонических разломов.

Сейсмическая нагрузка на подземные сооружения представляет собой деформационное воздействие, вызываемое прохождением в массиве продольных и поперечных волн, возникающих в очаге землетрясения, и характеризуется сейсмограммой (графиком изменения во времени смещений точек грунтового массива), велосигмой (графиком изменения во времени скоростей смещения точек массива), акселерограммой (графиком изменения во времени ускорений смещения точек массива), а также направлением распространения сейсмических волн.

По степени опасности территория строительства транспортного тоннеля является сейсмоопасным участком земной поверхности, где возможны землетрясения и сейсмические воздействия силой более 7 баллов. Это обстоятельство обязательно должно учитываться при проектировании и строительстве объектов освоения подземного пространства в соответствии с требованиями СНиП П-7-81*, с целью разработки и совершенствования методов расчета их сейсмостойкости. Как известно, вопрос об экономичности проектируемых антисейсмических мероприятий освещен лишь в отношении наземных сооружений.

При землетрясениях, в зависимости от интенсивности сейсмического воздействия, подземные сооружения получают повреждения разной степени – от незначительного сотрясения до заметных деформаций и полного разрушения.

Наиболее распространёнными землетрясениями являются тектонические. Тектонические плиты перемещаются относительно друг друга: удаляются, сближаются, сдвигаются (рис. 4).

Так, разрушительное Тяньшанское землетрясение 1976 г. в КНР сопровождалось многочисленными обрушениями горных пород в подземных выработках угольных шахт, оказавшихся в зоне его влияния.

После Анкориджского землетрясения на Аляске в 1964 г. с магнитудой 8,4 баллов в

одиннадцати тоннелях, проходящих через метаморфические и осадочные горные породы, на расстоянии 90–150 км от эпицентра разрушения были незначительными. Однако они выражались в выпадании кусков породы в кровле и отдельных повреждениях порталов.

Баткено-Исфаринское землетрясение 1977 г. с магнитудой 6,4–6,5 баллов охватило ряд районов Узбекистана, Кыргызстана и Таджикистана. На расстоянии 15 км от эпицентра в районе г. Шураб расположены подземные шахтные выработки, включающие в себя стволы, околоствольные дворы, штреки, квершлаг. После землетрясения в бетонных конструкциях околоствольного двора шахты № 8, расположенной в глинистых грунтах на глубине 326 м, образовались трещины шириной до 12 мм, с местными вывалами бетона. Металлическая крепь западного полевого штрека, пройденного по границе пластов гравелита и песчаника, деформировалась, а деревянная – разрушилась. Здесь же выработки, пройденные по песчаникам и сланцам, получили незначительные повреждения.

Это показывает, что при сейсмических воздействиях подземные конструкции повреждаются на любой глубине, но при этом повреждения проявляются сильнее в относительно слабых породах, таких как пески, глины, в местах сопряжений различных конструкций, на границах грунтовых пластов. Накопленные данные о повреждениях тоннелей во время сильных землетрясений показывают многообразие остаточных деформаций обделок, выраженных в появлении разно ориентированных трещин, искажении первоначальной формы конструкций, нередко с обрушением её сводов.

Накопленный опыт мирового сейсмостойкого строительства показывает необходимость рассматривания нескольких расчетных схем взаимодействия тоннелей в породном массиве на достаточной глубине, прокладку тоннелей на неглубоком заложении, случаи пересечения тоннелем тектонических зон, а также участки, примыкающие к portalу. Факторы, влияющие на разрушения, многообразны. Прочность элементов конструкции или креплений зависит не только от изготовленных материалов, но и от физико-механических свойств окружающего массива. Тем не менее, можно заметить два характерных момен-

та. Подземные сооружения глубокого заложения разрушаются вследствие динамических напряжений превосходящих предел прочности материалов креплений [3].

Анализ имеющихся предложений и рекомендаций по проектированию крепи подземных сооружений в сейсмически активных районах показывает, что существующие методы расчета, основанные на рассмотрении взаимодействия круговой крепи с массивом пород при действии длинной горизонтально направленной волны сжатия не позволяют учесть многообразие воздействий, которым может подвергнуться конструкция при землетрясении. При расчете не учитываются действие сейсмических волн сдвига, возможные различные направления распространения волн по отношению к сооружению, знакопеременность действующих нагрузок, касательные напряжения на контакте крепи с породой и существенная зависимость распределения нагрузок от формы поперечного сечения крепи.

Предлагается принципиально иной подход к вопросу расчета крепи подземных сооружений на сейсмические воздействия, основанный на оценке наиболее неблагоприятного напряженного состояния в каждом сечении конструкции при различных сочетаниях действия длинных сейсмических волн сжатия-растяжения и сдвига любого направления в плоскости поперечного сечения сооружения. Такая оценка, производящаяся на основании построения огибающих эпюр нормальных тангенциальных напряжений в крепи, позволяет получить усилия, соответствующие максимально возможному сжимающим и растягивающим напряжениям, как в предположении совместной работы крепи с массивом (крепь прианкерена к породе), так и в предположении отрыва крепи от породы при действии волн растяжения, что рекомендуется для расчета монолитной крепи, проектируемой с допущением образования трещин.

Такая общая постановка задач об оценке наиболее неблагоприятного напряженного состояния в каждом сечении крепи от сейсмических воздействий относится в целом не только к расчету некруговой крепи, но и к определению напряжений в окрестности одной или нескольких незакрепленных выработок, к расчету круговой крепи одного или

Рис. 3. Роза трещиноватостей, параллельных простиранию

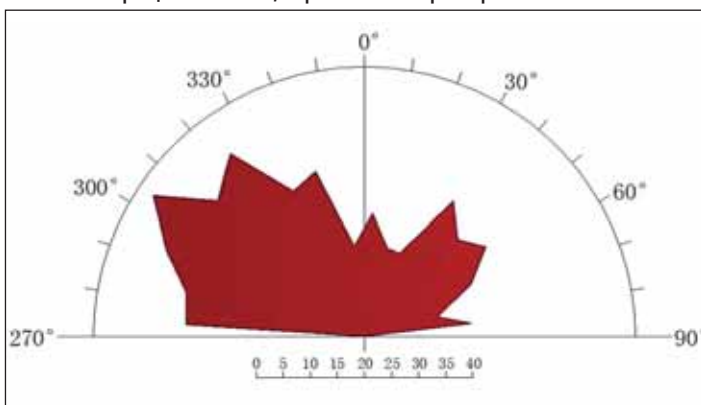


Рис. 4. Схема перемещений тектонических плит [7]



нескольких близко расположенных параллельных сооружений и т. п.

В вопросах изучения состояния слабосвязного массива в окрестности тоннелей метрополитена следует отметить работы Н. С. Булычева [3]. Можно полагать, что модель слабосвязных пород ближе к сыпучей, но с обязательным наличием сцепляемости. В качестве определяемых свойств выступают коэффициент сцепления и угол внутреннего трения.

Современные исследователи продолжают базироваться на моделях изотропных сред, если эти среды рассматриваются однородными, однако транспортные тоннели проходят в самых разнообразных толщах горных пород и грунтов. Упорядоченная слоистость и напластования горных пород уже ориентируют на анизотропные модели, а именно: транслопные модели, плоскость изотропии которых соответствуют наличию напластований и слоистости горных пород в их естественном залегании. Напластования и слоистости массива бывают наклонными, что, в свою очередь, осложняет задачи прокладки тоннелей.

Транслопная модель массива в указанном выше смысле соответствует мелкомасштабной слоистости и кусочно-однородной крупномасштабной слоистости, когда слои непрерывно контактируются. Расчетные модели такого типа слоистости созданы казахстанскими геомеханиками во главе с академиком НАН РК Ж. С. Ержановым, Ш. М. Айтиевым, Ж. К. Масановым, и ими очень хорошо изучены [5]. Но в природе имеется и более сложная крупнослоистая неоднородность, когда между слоями находятся очень слабые прослойки и обломочные материалы, то есть так называемые геологические разломы значительной поперечной ширины. Тоннельные выработки, исходя из их назначения, могут располагаться близко параллельно к распространению разлома, могут быть внутри и вдоль разлома, а в некоторых случаях даже проходят поперек разлома. Такого типа задачи относительно напряженно-деформированного состояния изучены неполно.

Помимо естественных неоднородностей вблизи тоннелей могут быть техногенные неоднородности. Следовательно, при проходке тоннельных выработок в крепких породах по поперечному сечению пробуриваются шпуровые, куда закладываются взрывчатые вещества, тем самым на определенный шаг вдоль тоннеля производятся горные работы. При наличии слабых неустойчивых пород также пробуриваются шпуровые, которые заполняются закрепляющими растворами, что повышает устойчивость грунта вокруг тоннеля. В период пробуривания слабых пород массив сильно ослабляется, и необходимо определить его оптимальные параметры: радиус шпуров, их месторасположение и количество.

Результаты специальных опытов, поставленных для определения динамических характеристик вибрационного нагружения обделок, приведены в работе Т. Р. Рашидова,

Т. К. Абдуллаева, В. Ю. Кима [6]. Акселерограммы показали, что ускорения в разных точках одного и того же поперечного контура тоннеля и в различных направлениях от заданной точки существенно различаются. Приводятся значения частоты, периода колебаний и декремента затухания для обделки и грунта по трем взаимно перпендикулярным направлениям.

В связи с повсеместным углублением горизонта горных работ со сложными геологическими условиями складчатости и тектонической нарушенности ухудшается состояние современных тоннелей. В этом случае активно действующими силами наряду с собственным весом массива, рассчитываемым ниже горизонта, выступают: вес горной части, возвышаемой над горизонтом, вес массива и тектонические силы, направленные горизонтально, которые также изменяются по глубине, а по некоторым предположениям имеют остаточные величины на земной поверхности.

Уникальность новой электрифицированной железнодорожной линии Ангрэн – Пап определяется комплексом сложных геотехнических факторов:

- сложная региональная геодинамика тектономагматической эпохи Хейси;
- высокая сейсмичность территорий (8–10 баллов по шкале MSK);
- предгорная зона с наклонным рельефом, пересекающая весьма сложные в геологическом отношении горные массивы на высоте более 1300 м над уровнем моря;
- разнообразие скальных грунтов.

Эти факторы иллюстрируют зависимость сейсмостойкости подземных сооружений от геологического строения окрестной толщи, приуроченность разрушения выработки к местам сопряжения разнородных пород.

В целом же в теории сейсмостойкости подземных сооружений следует отметить, что все же еще не сформулирована достаточно цельная постановка задачи, не классифицированы основные задачи и особенности их решения.

Перспективным направлением является сформулированная задача оптимизации пространственного расположения тоннелей в зависимости от условий и характера проявления сейсмических воздействий. Методы оптимизации целесообразны и при анализе сейсмостойкости самих конструктивных элементов сооружений – с позиции снижения величин сейсмических нагрузок. Таким образом, проработка имеющихся литературных источников, анализ полученных результатов для выработки рекомендаций при строительстве транспортного тоннеля в Узбекистане с целью уменьшения аварийных ситуаций на подземных сооружениях и коммуникациях показали целесообразность исследования по учету активности геологической среды, как в процессе проектирования, так и строительства и эксплуатации.

Деформации земной поверхности образуются в результате недоучета нарушений при-

родного равновесия горных пород, а это вызвано, в свою очередь, недоучетом геомеханического состояния и гидрогеологических условий грунтового массива при проведении подземных выработок.

Самое главное заключается в том, что напряженное состояние конструкции существенно зависит от технологии проходки выработки и возведения крепи, т. е. нагрузки на крепь формируются самой крепью и технологией ее возведения. Необходим более тщательный анализ действующих в настоящее время нормативных документов, регламентирующих вопросы подземного строительства в части учета специфических особенностей местности. Все аспекты сейсмостойкого строительства должны решаться комплексно на основе использования новейших достижений в области геологии и геофизики, сейсмологии и инженерной сейсмологии, теории сейсмостойкости, проектирования и строительства сейсмостойких конструкций, а также учитывать накопленный опыт при строительстве подземных сооружений.

Ключевые слова

Транспортный тоннель, сейсмичность, геологическая среда, подземные сооружения.

Transport tunnels, seismicity, geological environment, underground structures.

Список литературы

1. М. Т. Укшебаев, А. З. Кабашев, М. Р. Нургалиева. *Основы расчета конструкций, технология и техника строительства метрополитенов. Издательство «Бастау».* г. Алматы, 2010, с. 347.
2. Spatbis A, Gupta R. *Tunnelling in rock by drilling and blasting.* – London: Taylor and Francis Group, LLC, 2013. – 135 pp.
3. Дорман И. Я. *Сейсмостойкость транспортных тоннелей.* – М.: Транспорт, 1986. – С. 17–26.
4. М. Т. Укшебаев, С. М. Рахимбеков. *Проблемы учета геологической среды при строительстве Алматинского метро. Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 3 симпозиума «Неделя горняка-2006» Казахстан, с. 281–286.*
5. А. Д. Меликулов, У. Т. Тоштемуров. *Современные технологии тоннелестроения на службе развития международных связей Узбекистана вдоль древнего великого шелкового пути. Материалы конференции «Перспективы развития строительных технологий», ТГТУ, г. Ташкент, 2014, с. 151–154.*
6. Т. Р. Рашидов, А. А. Ишанходжаев. *Сейсмостойкость тоннельных конструкций метрополитена мелкого заложения. Ташкент, Фан, 1994, с. 145.*
7. *Map of the tectonic plates of the planet, http://www.200stran.ru/maps_group5_item_290.html*

Для связи с автором

Миралимов Мирзахид
mirzakhid_miralimov@yahoo.com



МОРСКОЙ СУДОХОДНЫЙ ТОНNELЬ В НОРВЕГИИ

В. В. Космин, академик РАТ, проф.

История судоходных тоннелей насчитывает не одно столетие. Все они предназначались для пропуска небольших речных судов и имели, соответственно, весьма ограниченные габариты. Первый тоннель такого рода был сооружен в 1679 г. во Франции. Самый протяженный судоходный навигационный тоннель открыт для движения в 1927 г. во Франции, соединив Марсель с рекой Роной, и имеет длину 7120 м; закрыт для эксплуатации в 1963 г. в связи с обрушением кровли тоннеля.

Перечень навигационных судоходных тоннелей вскоре может пополнить морской судоходный тоннель, предназначенный для пропуска больших лайнеров. Речь идет о проработках тоннеля Stad Ship Tunnel, который может появиться на границе Северного и Норвежского морей, в самом узком участке полуострова Стад в Норвегии (рис. 1). Это место имеет репутацию одной из самых опасных береговых линий. За последние десятилетия бурное море в этом регионе унесло жизни многих моряков. Нередко непогода вносит ощутимые изменения в расписание движения судов, как грузовых, так и пассажирских, нарушая все сроки доставки.

Первые идеи строительства тоннеля для судопропуска в этом месте относятся к 1870-м гг. Пилотный проект был представлен в 1985 г. Основная цель сооружения судоходного тоннеля – не сокращение времени плавания, а повышение его безопасности и регулярности, своевременная доставка грузов и пассажиров.

Первоначально рассматривались два варианта тоннельного перехода: длиной 1800 м (через узкий перешийек Mannseidet Kjødspollen на внутренней части фьорда Vanylvsfjorden), другой – несколько большей длины, от Skarbo до Flode в центральной части полуострова. Оба они по экономическим показателям оказались неприемлемыми. В дальнейшем на основе уточненных технико-экономических показателей был выбран вариант, показанный на рис. 1. Тоннель построят к северо-востоку от города Берген. Северный портал расположится недалеко от города Селье, а южный обеспечит выход в воды Молдефиорда. Здесь возведут мост, с которого желающие смогут увидеть суда, входящие в тоннель и выходящие из него.

Длина тоннеля 1,7 км. Вертикальный габарит более 45 м, горизонтальный – 36 м, глубина воды – 12 м (рис. 2). Расчетная пропускная способность сооружения составит до 120 судов в сутки. Через тоннель будут проходить грузовые и пассажирские суда водоизмещением до 16 тыс. т, в том числе и популярный у норвежцев экспресс Берген – Киркенес. Предполагается, что для судов, длина которых меньше 70 м, проход по тоннелю будет бесплатным.

Самая ранняя дата начала строительства – 2019 г. Строительные работы потребуют около четырех лет. Предстоит разработать буровзрывным методом порядка 7,5 млн т скальных пород. В зоне порталов предварительно будут сооружены дамбы для обеспечения тоннелепроходческих работ на отметках ниже уровня моря на полтора десятка метров, необходимых для создания достаточной глубины воды в тоннеле.



Рис. 1. Тоннельный переход для пропуска морских судов

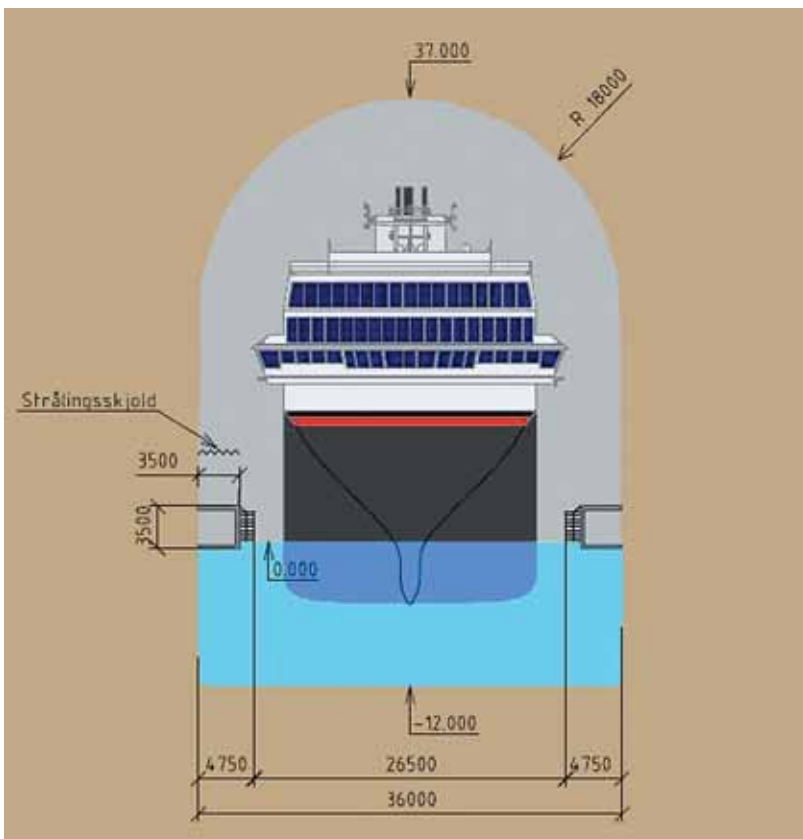


Рис. 2. Поперечное сечение морского судопропускного тоннеля в Норвегии

Источники

- <http://grandengineer.ru/grandiose-projects/snohetta-postroit-pervyj-v-mire-tonnel-dlya-korablej/>
- <https://www.bbc.com/russian/news-39513688>
- <http://www.lotsberg.net/data/canal.html>

Для связи с автором

Космин Владимир Витальевич
vvcosmin@mail.ru



ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ В УСЛОВИЯХ МЕГАПОЛИСОВ

Н. В. Александров, генеральный директор ОАО «Метрострой»

А. Ю. Старков, заместитель генерального директора – главный инженер ОАО «Метрострой»

А. Н. Ревва, заместитель главного инженера – главный технолог ОАО «Метрострой»

П. А. Колпаков, начальник отдела главного механика и электромеханических устройств – главный механик ОАО «Метрострой»

В городах-мегаполисах, особенно в спальных районах, существуют трудности бесперебойного движения транспорта и пешеходов на автомобильных перекрестках и железнодорожных переездах. С каждым годом автомобилизация населения растет, транспортная инфраструктура не справляется с существующими потоками движения, тем самым обстановка на дорогах становится более напряженной.

Наиболее остро в этой ситуации стоит вопрос безопасности движения в местах пересечения пешеходных потоков и транспортных магистралей по причине возникновения несчастных случаев со смертельным исходом.

Традиционно данный вопрос решается устройством пешеходного перехода, который может быть наземным, надземным или подземным. Каждый из вариантов имеет как положительные, так и отрицательные стороны.

Наземный пешеходный переход является самым простым при сооружении и, соответственно, самым дешевым вариантом из перечисленных, но самым небезопасным для движения по нему ввиду прямого пересечения с магистралью. В данной ситуации вмешивается человеческий фактор: современный человек старается везде успеть, гаджеты отвлекают нас от реальности, дождь заставляет бежать без оглядки, дети просто не задумываются об опасности – нас не останавливает ни красный сигнал светофора, ни звуковая сигнализация приближающегося поезда, ни другие способы оповещения.

Наземный открытый пешеходный переход является относительно недорогим и безопасным для движения, за исключением вариантов с неблагоприятными погодными условиями: сильный ветер, гололед. Отсутствие необходимости круглосуточного освещения также является достоинством таких переходов. Из явных минусов можно отметить большую высоту сооружения, что создает серьезные неудобства для маломобильных граждан и, как правило, нарушение архитектурного ансамбля городской застройки.

Наземный закрытый пешеходный переход исключает воздействие неблагоприятных погодных условий: ветра, гололеда; даёт возможность вписаться в архитектурный ансамбль города, но становится достаточно дорогостоящим сооружением.

Подземный пешеходный переход является самым безопасным вариантом для движения пешеходов, не влияет на архитектурный облик города. Из минусов стоит отметить высокую стоимость сооружения, необходимость перекладки коммуникаций, попадающих в контур котлована, а также необходимость приостановки транспортного движения на время строительства тоннеля.

Специалисты ОАО «Метрострой», проанализировав положительные и отрицательные стороны всех видов переходов, задумались о создании наиболее рационального способа сооружения пешеходных переходов.

Одной из последних технологий, освоенных петербургскими проектировщиками и метростроителями, стала проходка двухпутных тоннелей метрополитена с применением тоннелепроходческого механизированного комплекса (ТПМК) с грунтопригрузом диаметром 10620 мм производства фирмы Herrenknecht AG (Германия), ранее не применяемая в России.

На сегодняшний день с применением данного ТПМК построены уже два тоннеля, расположенных на Фрунзенском радиусе и Невско-Василеостровской линии Петербургского метрополитена. С помощью ТПМК была обеспечена щадящая безопасная проходка, как в кембрийских отложениях, так и в четвертичных отложениях и водоносных грунтах.

С помощью комплекса такого типа метростроители смогли соорудить тоннель под Кольцевой автомобильной дорогой (КАД), под опорами Западного скоростного диаметра (ЗСД), под железнодорожными путями в створах Бухарестской и Туристской улиц на глубине менее 15 м от поверхности, не останавливая движения на этих транспортных магистралях.

Учитывая полученный опыт, ОАО «Метрострой» совместно со Скуратовским опытно-экспериментальным заводом разработали «Комплекс для сооружения пешеходных подземных переходов» модель КСВП (далее КСВП) – это тоннелепроходческий механизированный комплекс с грунтопригрузом, предназначенный для сооружения пешеходных переходов в условиях плотной городской застройки.

В настоящее время в России не существует практики сооружения подземных пешеходных переходов с помощью тоннелепроходческих механизированных комплексов под действующими транспортными магистралями.

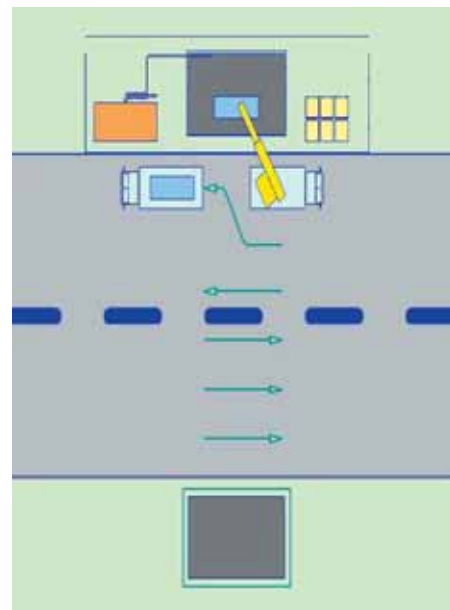


Рис. 1. Схема организации строительной площадки

В своей новой разработке специалисты ОАО «Метрострой» постарались достигнуть абсолютного противовеса положительных качеств подземного перехода над отрицательными.

Так, используя проходческий комплекс с активным пригрузом забоя и установкой отделки методом продавливания из стартового котлована, осадки земной поверхности будут снижены до минимума, что позволит вести проходческие работы, не останавливая движение транспорта.

Конструкция комплекса и технологические процессы проработаны так, что для производства работ необходим стартовый котлован минимальных размеров – 6×8 м – это позволит сооружать подземные пешеходные переходы без выноса инженерных сетей.

Одним из важных моментов в организации работ при сооружении пешеходного перехода в условиях плотной застройки мегаполисов является компактность строительной площадки для минимального перекрытия проезжей части в зоне строительства.

Например, при ограниченных размерах строительной площадки для сооружения пешеходного перехода с помощью КСВП может потребоваться перекрыть только одну близкую к площадке полосу для установки грузоподъемного крана (рис. 1).

Комплекс состоит из головной секции с режущим органом в виде качающейся рамы

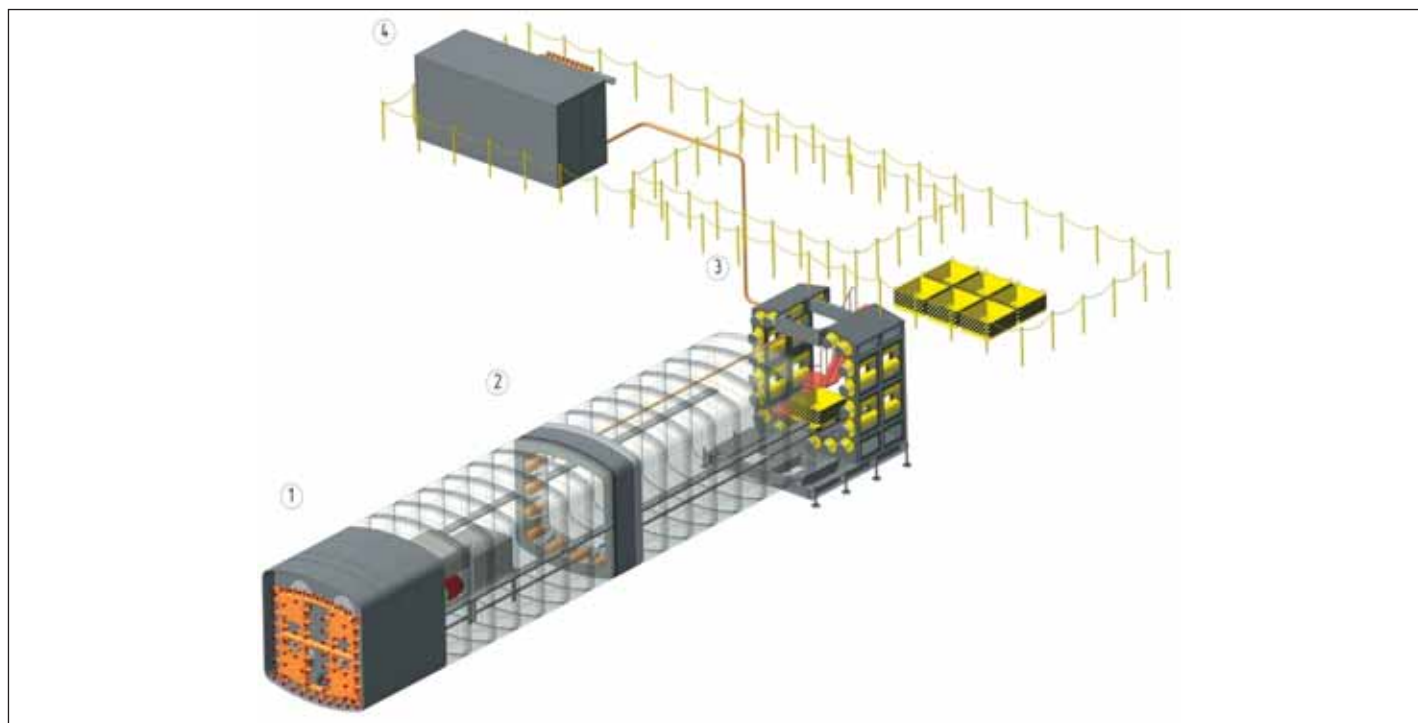


Рис. 2. Общий вид комплекса КСВП: 1 – головная секция; 2 – промежуточная домкратная станция; 3 – домкратная станция; 4 – контейнер со вспомогательным оборудованием

типа DPLEX, промежуточной домкратной станции с телескопическим корпусом, позволяющей сооружать тоннель длиной до 70 м; основной домкратной станции и контейнера со вспомогательным оборудованием (рис. 2).

Основные параметры проходки:

- глубина залегания лотка тоннеля – до 10 м;
- сечение разрабатываемого грунта – 4,8×3,8 м;
- тип обделки – сборная железобетонная;
- суммарная потребляемая мощность – не более 300 кВт;
- средняя техническая производительность по отбойке – 0,3 м³/мин;

• средняя скорость проходки – 6 м/сут.

В эпоху динамичного развития транспортной инфраструктуры большое значение уделяется пропускной способности транспортных магистралей, комфортному и безопасному передвижению всех участников дорожного движения. В данной ситуации важно максимально снизить риски возникновения несчастных случаев путем исключения прямого пересечения транспортных и пешеходных потоков.

Для решения поставленных задач разработана тоннелепроходческого механизированного комплекса для строительства подземных пешеходных переходов КСВП спе-

циалистами ОАО «Метрострой» (Санкт-Петербург) совместно со Скуратовским опытно-экспериментальным заводом (г. Тула) является необходимостью, диктуемой сложившейся современной городской обстановкой.

Для связи с авторами

Александров Николай Владимович
mail@metrostroy-spb.ru
Старков Алексей Юрьевич
mail@metrostroy-spb.ru
Ревва Алексей Николаевич
metrostroy.revva@ya.ru
Колпаков Павел Александрович
mail@metrostroy-spb.ru



В № 1 журнала «Метро и тоннели» за 2018 г. опубликована статья В. В. Космина и А. А. Косминой «Тоннель или туннель? Как правильно пишется это слово».

Авторы проделали интересную работу, проанализировав более 15 различных библиографических справочников, но в результате для читателя так и остался неясным вопрос – а как все-таки и в каких случаях писать слово (термин) «т...ннель» через букву «л» или «о»?

А вопрос на самом деле не сложный и, почему-то, не рассмотренный авторами.

Попытаюсь внести ясность.

Данное слово является переводом на русском языке термина «tunnel», имеющее одинаковое написание на основных европейских языках – немецком, английском, фран-

цузском, но читаемое и произносимое в этих странах по-разному:

- по немецкой и французской транскрипции как «туннел»,
- по английской транскрипции как «таннел».

Как видим, появилось третье произношение через букву «а», но поскольку в русском переводе это слово по этимологии и орфоэпии не совсем благозвучно, то уже более 150 лет в русской транскрипции при написании данного слова применяют букву «о», взамен буквы «а», добавляя в конце слова мягкий знак «ь».

И еще одно дополнение.

Исторически туннели строили в средние века для пропускания вод, в основном в горных районах Европы, населенных франко-

язычными и германскими народами, и поэтому у гидротехников России прижился в переводе с этих языков термин «туннель», а транспортные тоннели начали строить только в середине позапрошлого века (впервые в Англии) – вот откуда в отечественной литературе у отечественных транспортных тоннелестроителей при переводе с английского появился термин «тоннель».

А вообще-то, повторим еще раз. Для иностранных специалистов нет проблемы как писать это слово – везде пишется одинаково – «tunnel», но устно каждая нация озвучивает его в соответствии с национальным произношением.



И. Я. Дорман,

д-р техн. наук, проф., академик РАЕН

ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ГЛУБОКОГО КОТЛОВАНА КОЛЬЦЕВОГО ОЧЕРТАНИЯ

GEOTECHNICAL MONITORING FOR CIRCULAR DIAMETER 31M DEEP SHAFT

И. Я. Дорман, вице-президент по научной работе, д. т. н., проф., АО «Метрогипротранс»

О. К. Силина, начальник группы, АО «Метрогипротранс»

Е. В. Матикова, инженер 1 категории, АО «Метрогипротранс»

I. Y. Dorman, O. K. Silina, E. V. Matikova, Metrogiprotans

Рассмотрена методика и результаты геотехнического мониторинга крепления глубокого котлована кругового очертания диаметром 31 м для использования его в качестве монтажной камеры для ТПК и последующего обслуживания щитовой проходки. Мониторинг осуществляется автоматизированной системой, позволяющей в реальном масштабе времени следить за напряженно-деформированным состоянием несущих конструкций крепления котлована.

The method of fixing geotechnical monitoring for circular diameter 31m deep shaft for use as a mounting chamber for TBM and subsequent maintenance shield driving. Monitoring is carried out by an automated system that allows real-time monitoring of stress-strain state bearing structures of the excavation attachment.

При трассировании Северо-Восточного участка (СВУ) Третьего пересадочного контура метрополитена (ТПК) в Москве (ныне Большая Кольцевая линия – БКЛ) в интервале между действующими на радиальных линиях станциями «Сокольники» и «Марьяна Роща» оказалось весьма сложным найти без сноса десятков капитальных жилых и производственных зданий места на поверхности для размещения протяженных (200–250 м) котлованов для строительства в них открытым способом новых станционных комплексов БКЛ – «Ржевская» – пересадочная на действующую станцию «Рижская» и «Шереметьевская» – пересадочная на действующую станцию «Марьяна Роща» (рис. 1).

Первоначально, по заданию Департамента строительства Москвы проектные организации АО «Моспроект-3» и АО «Моспромпроект», не имевшие, к сожалению, опыта проектирования метрополитенов, прорабатывали три варианта трассирования – вариант глубокого заложения, вариант мелкого заложения и даже, можно назвать его экзотическим, – предлагали часть трассы на протяжении нескольких километров в районе пересечения пр. Мира со станцией «Ржевская» расположить на высокой эстакаде.

Более того, в этих условиях, в условиях трассирования под десятком действующих железнодорожных линий и сплошной жилой застройкой, предлагалось строительство перегонных тоннелей осуществлять двухпутным щитом большого диаметра!

Сопоставив все сложности и издержки строительства по предложенным вариантам и технологии в данных конкретных сложных инженерно-геологических и



Рис. 1. Схема Большой Кольцевой линии

градостроительных условиях, руководители стройкомплекса Москвы согласились с мнением профессионалов из АО «Метрогипротранс», что в данном случае единственно реальным и наиболее безопасным является вариант строительства однопутных перегонных тоннелей на глубоком заложении.

К сожалению, было потеряно практически два года и АО «Метрогипротранс», получив

задание только в конце 2016 г., приступило к проектированию данного участка БКЛ.

С целью сокращения сроков строительства инженеры АО «Метрогипротранс» (А. М. Земельман, А. А. Авдеев, Л. В. Ромадина, С. Е. Ермолаев, главный инженер проекта Т. А. Мазаник и др.) предложили нетрадиционную технологию строительства этого участка, даже в чем-то инновационную, ранее не применявшуюся при сооружении метрополитена в Москве.



Рис. 2. Общий вид стройплощадки № 17



Рис. 3. Размещение кругового котлована на ПК 251+00 по оси трассы БКЛ

В чем, кратко, сущность предлагаемой технологии.

На единственно свободном от капитальной застройки участке линии (между Проспектом Мира, эстакадой автомобильного третьего транспортного кольца (ТТК) и железнодорожными путями Октябрьской железной дороги) размещается основная строительная площадка № 17 (ПК 251+00.00) (рис. 2), доминантой которой является размещаемый по оси трассы линии метро круговой, диаметром 31 м и глубиной более 47 м, котлован (рис. 3), с ограждением из буросекущихся свай (БСС) диаметром 1,2 м и глубиной 48,9 м, раскрепленный внутренними железобетонными круговыми поясами, расположенными по глубине на семи ярусах. То есть круговой котлован не имеет внутреннего распорного крепления.

Такое крепление котлована позволяет организовать в нем удобную, свободную от внутренних расстрелов пространную монтажную щитовую камеру для обслуживания всех проходческих операций (выдача грунта, подача в забой элементов обделки и материалов и пр.) при сквозной проходке из камеры тоннелепроходческими механизированными комплексами (ТПМК) двух перегонных тоннелей в сторону ст. «Нижняя Масловка», каждый длиной более 3,5 км; при этом в местах будущих пилонных станций «Шереметьевская» и «Ржевская» ТПМК будут осуществлять проходку по оси боковых тоннелей без остановок.

Такая схема организации работ позволит сократить время строительства, организовав в местах будущих станций «Шереметьевская» и «Ржевская» относительно небольшие по площади стройплощадки на поверхности для размещения на них шахтных стволов, и соорудив обе станции параллельно по времени через стволы и подходные выработки, расширяя боковые перегонные тоннели в

станционные боковые тоннели методом «пилот-тоннелей».

Такая организация работ требует обеспечения безопасности функционирования уникального кругового котлована на длительный период, начиная со строительства и во время эксплуатации.

Оценка безопасности строительства и эксплуатации данного котлована осуществляется комплексом измерительных процедур, составляющих, так называемый, геотехнический мониторинг, рассматриваемый ниже в настоящей статье.

Геотехнический мониторинг проводится на основании требований раздела 12 свода правил СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений» [1], входящего в перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» по постановлению Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2014 г. [2].

Цель геотехнического мониторинга – обеспечение безопасности строительства и эксплуатационной надежности вновь возводимых объектов и сооружений, окружающей застройки и сохранности экологической обстановки.

Согласно п. 12.2 СП 22.13330.2016 [1] при проведении геотехнического мониторинга решаются следующие задачи:

- систематическая фиксация изменений контролируемых параметров конструкций сооружений и геологической среды;
- своевременное выявление отклонений контролируемых параметров (в т. ч. их изменений, нарушающих ожидаемые тенденции) конструкций строящегося объекта и его основания от заданных проектных значений,

полученных в результате геотехнического прогноза;

- анализ степени опасности выявленных отклонений контролируемых параметров и установление причин их возникновения;
- разработка мероприятий, предупреждающих и устраняющих выявленные негативные процессы или причины, которыми они обусловлены.

Общий перечень контролируемых параметров для геотехнического мониторинга котлованов представлен в табл. Л.3 Приложения Л (обязательное) СП 22.13330.2016 [1].

Объем, сроки, периодичность и методы работ при выполнении геотехнического мониторинга вновь возводимых и реконструируемых сооружений назначаются в соответствии с требованиями табл. 12.1 СП 22.13330.2016 [1].

Определение напряженно-деформированного состояния элементов крепления котлована осуществляется путем оценки напряжений в арматурных каркасах вертикальных стен из буросекущихся свай (БСС) и в арматурных каркасах внутренней распорной конструкции, запроектированной в виде круговой обвязочной балки сечением 1000×1200 мм по верху БСС и семи горизонтально располагаемых между восемью ярусами котлована круговых распорных железобетонных поясов сечением 1000×1200 мм, воспринимающих усилия от давления грунта на стены котлована, а также измерений плано-высотного положения обвязочной балки и распорных поясов с использованием деформационных знаков.

Оценка напряженно-деформированного состояния крепления котлована осуществляется автоматизированной системой, состоящей из измерительных приборов (струнные тензометрические датчики и геодезические знаки), устанавливаемых в процессе строительства на арматурные каркасы железобе-

Таблица Л.3

Контролируемые параметры при геотехническом мониторинге конструкций ограждения котлована вновь возводимых и реконструируемых сооружений

Контролируемые параметры	При глубине котлована H_K , м				
	$5 \leq H_K < 10$		$10 \leq H_K < 15$		$H_K \geq 15$
	Категория сложности инженерно-геологических условий				
	2	3	2	13	–
1. Горизонтальные перемещения верха ограждающей конструкции	+	+	+	+	+
2. Горизонтальные перемещения ограждающей конструкции по высоте	+	+	+	+	+
3. Напряжения в стальных распорках	–	–	+ ¹⁾	+ ¹⁾	+
4. Напряжения в тросах анкерных устройств	–	–	–	+	+
5. Напряжения в арматуре и бетоне ограждающей конструкции	–	–	–	–	+ ²⁾
6. Напряжения в арматуре и бетоне перекрытий при разработке котлована под их защитой	–	–	–	–	+ ²⁾
7. Температура и глубина промерзания грунтов за ограждающей конструкцией	+ ³⁾	+ ³⁾	+ ³⁾	+ ³⁾	+ ³⁾

¹⁾ Выполняется при общей длине распорки более 25 м
²⁾ Выполняется при глубине котлована более 20 м
³⁾ Выполняется при наличии пучинистых грунтов за пределами ограждающей конструкции и выполнении работ в зимнее время

Рис. 4. Установка тензодатчиков по высоте котлована

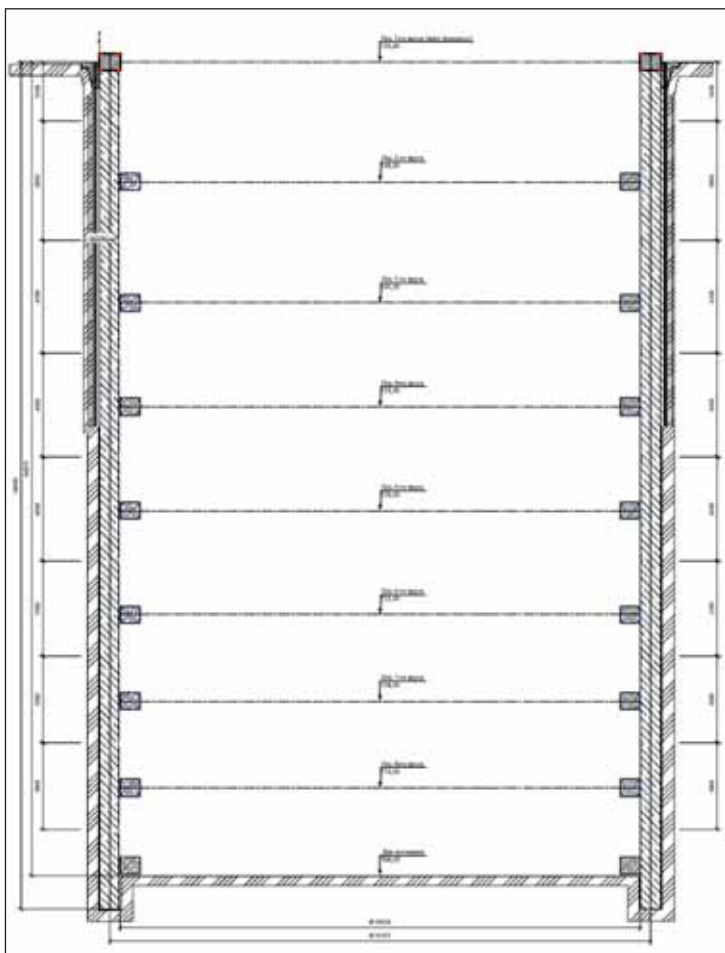


Рис. 5. Размещение тензодатчиков (красного цвета) на измерительных местах обвязочной балки

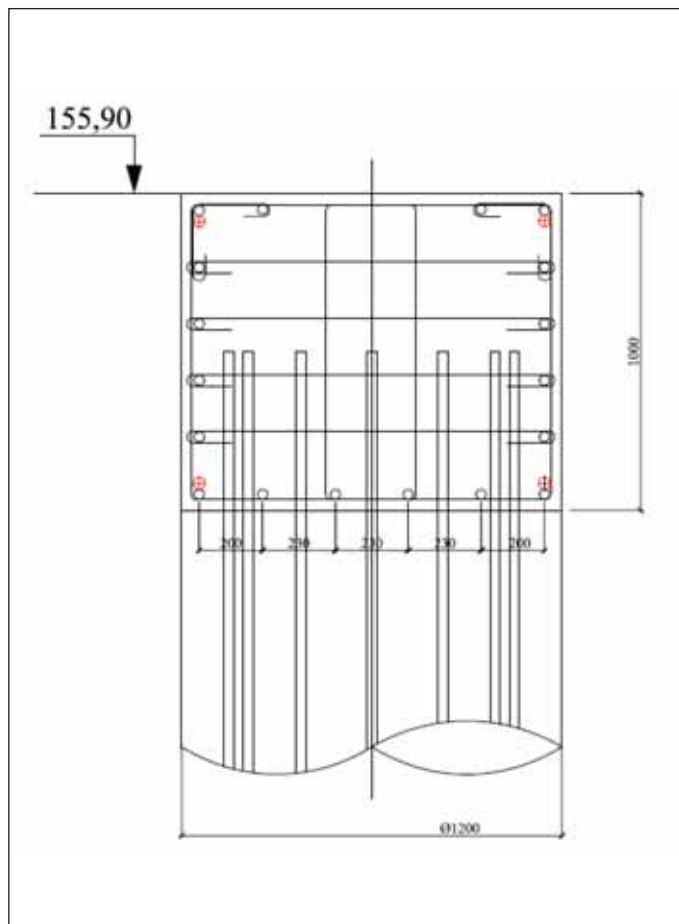


Таблица 12.1 СП 22.13330.2016

Объемы, сроки, периодичность и методы	Геотехнический мониторинг			
	вновь возводимых (реконструируемых) сооружений			сооружений окружающей застройки
	оснований, фундаментов, конструкций	ограждающих конструкций котлована	массива грунта, окружающего сооружение	
1. Контролируемые параметры	Таблицы Л.1 и Л.2 приложения Л	Таблица Л.3 приложения Л	Таблица Л.4 приложения Л	Таблицы Л.3 и Л.6 приложения Л
2. Сроки выполнения работ	С начала строительства и не менее одного года после его завершения	С начала экскавации грунта в котловане и до завершения возведения подземной части сооружения	До начала строительства и не менее одного года после его завершения	До начала строительства и не менее одного года после его завершения
3. Периодичность фиксации контролируемых параметров	После возведения каждого 3-5 этажа, но не реже одного раза в месяц	Не реже двух раз в месяц	Не реже одного раза в месяц на этапе устройства подземной части сооружения	Не реже одного раза в месяц
4. Методы	Принимаются в зависимости от объема контролируемых параметров в соответствии с указаниями 12.3			

Примечания.

1. Сроки выполнения геотехнического мониторинга необходимо продлевать при отсутствии стабилизации изменений контролируемых параметров.
2. Периодичность фиксации контролируемых параметров должна увязываться с графиком проведения строительно-монтажных работ и может корректироваться (т. е. выполняться чаще, чем это указано в программе геотехнического мониторинга) при превышении значений контролируемых параметров ожидаемых величин (в том числе их изменений, превышающих ожидаемые тенденции) или выявлении прочих опасных отклонений.
3. Для уникальных вновь возводимых и реконструируемых сооружений, а также при реконструкции памятников истории, архитектуры и культуры геотехнический мониторинг следует продолжать не менее двух лет после завершения строительства.
4. Фиксацию контролируемых параметров при геотехническом мониторинге ограждающей конструкции котлована глубиной более 10 м, а также при меньшей глубине в случае превышения контролируемыми параметрами расчетных значений, необходимо выполнять не реже одного раза в неделю.
5. Геотехнический мониторинг массива грунта, окружающего вновь возводимое или реконструируемое сооружение, после завершения устройства его подземной части и при стабилизации изменений контролируемых параметров массива грунта и окружающей застройки допускается вести один раз в три месяца.
6. При наличии динамических воздействий следует проводить измерение уровня колебаний оснований и конструкций вновь возводимых (реконструируемых) сооружений и окружающей застройки.
7. Фиксация изменения контролируемых параметров состояния строительных конструкций, в том числе поврежденных, при геотехническом мониторинге сооружений окружающей застройки должна проводиться, в том числе по результатам периодических визуально-инструментальных обследований.
8. Требованиям таблицы 12.1 необходимо следовать, в том числе при геотехническом мониторинге сооружений окружающей застройки, расположенных в зоне влияния устройства подземных инженерных коммуникаций, которая определяется в соответствии с указаниями 9.33, 9.34.
9. Геотехнический мониторинг вновь возводимых или реконструируемых сооружений на участках опасной категории в карстово-суффозионном отношении необходимо проводить в течение всего периода строительства и эксплуатации сооружений. Срок выполнения геотехнического мониторинга вновь возводимых или реконструируемых сооружений на участках опасной категории в карстово-суффозионном отношении следует определять в программе геотехнического мониторинга, но составлять не менее пяти лет после завершения строительства.

тонных конструкций, и регистрирующего комплекса, анализирующего показания приборов и знаков.

В основу работы струнного тензометра положен принцип зависимости частоты колебания струны от степени ее натяжения. В тензомер встроен цифровой измеритель температуры, что позволяет при обработке данных учитывать эффект теплового расширения и соответственно уточнять значения напряжений и деформаций в исследуемой конструкции.

Корпус струнного тензометра состоит из металлической трубки, в ее полость помещена высокопрочная стальная струна. Струна натянута между двумя концевыми блоками, которые предназначены для передачи нагрузок с наблюдаемой конструкции (блоки жестко привариваются или прикрепляются к конструкции). Посередине корпуса датчика установлена электромагнитная катушка для возбуждения колебаний струны и считывания их частоты. К электромагнитной катушке подключен сигнальный кабель, соединяющий тензомер со считывающим устройством, по которо-

му передаются данные с датчика на регистрирующий комплекс.

Тензодатчики устанавливаются на арматурных стержнях армированных БСС, на арматурных каркасах обвязочной балки, распорных круговых, в данном случае, поясах.

На каждой отметке (место измерения) тензодатчики устанавливаются в четырех точках по двум взаимно перпендикулярным осям – по оси X (совпадает по направлению осей двух перегонных тоннелей и в плане размещаются между этими осями) и по оси Y – перпендикулярной оси X.

Тензодатчики устанавливаются (рис. 4) в горизонтальной плоскости на арматурных стержнях обвязочной балки (тензодатчики выделены красным цветом), на семи распорных поясах (тензодатчики – синие) – всего на восьми измерительных уровнях (отметках) по глубине ствола.

Общее количество мест размещения тензодатчиков 32 (8×4).

Красным цветом на рис. 4 обозначены места установки тензодатчиков на обвязочной балке, синим цветом – на круговых распорных поясах, зеленым – на арматуре свай.

В каждом измерительном месте устанавливаются по четыре тензодатчика, жестко прикрепляемых к крайним нижним и крайним верхним (по осям X и Y) арматурным стержням (рис. 5 и 6).

Всего устанавливается на обвязочной балке и на семи ярусах 160 тензодатчиков.

На арматурных стержнях армированных БСС тензодатчики закрепляются в вертикальной плоскости, ближних к центру ствола, на отметках по середине между обвязочной балкой и поясами (всего на семи уровнях), а в плане в тех же четырех измерительных местах по осям X и Y, в створе с датчиками, устанавливаемые на железобетонных поясах (рис. 7). Общее количество тензодатчиков – 32 (8×4).

Установка тензодатчиков на арматурных стержнях БСС осуществляется после разработки в соответствующем ярусе грунта, очистки поверхности БСС, скола защитного слоя, жесткого прикрепления тензодатчика к арматуре и последующего омоноличивания.

Всего для оснащения котлована требуется 160 струнных закладных тензодатчиков.

Измерения по горизонтальным тензодатчикам на круговых горизонтальных поясах и по

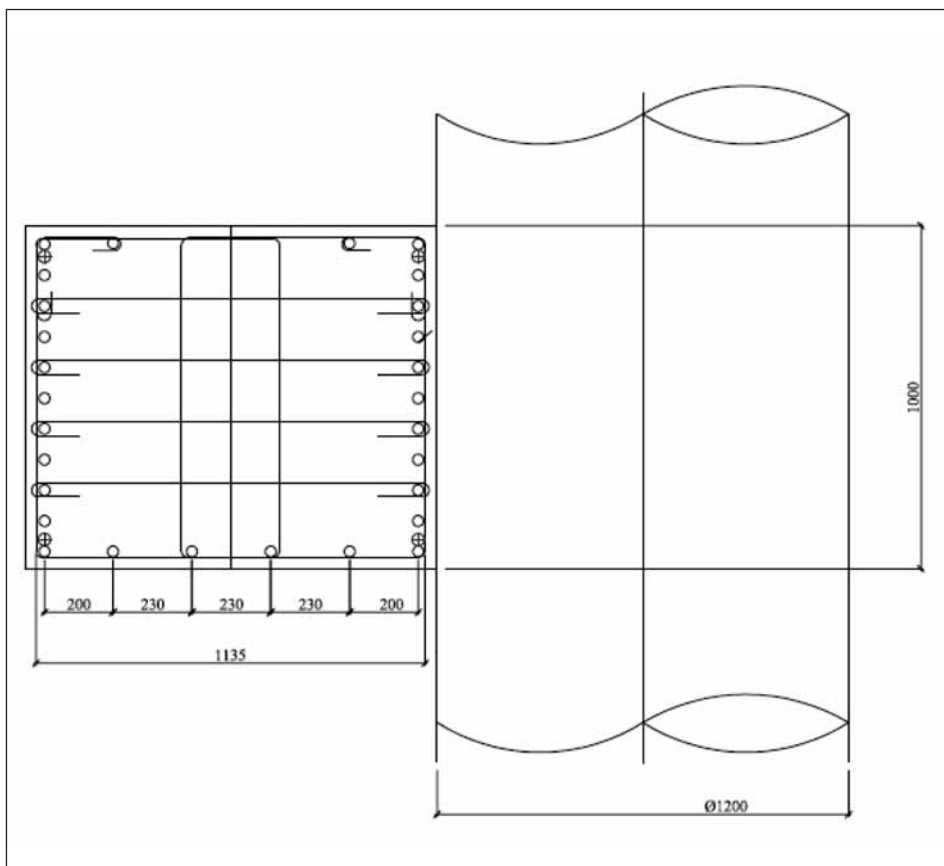


Рис. 6. Размещение тензодатчиков (синего цвета) на измерительных местах поясов



Рис. 8. Внешний вид струнного тензометрического датчика

вертикальным тензодатчиком на БСС, а также измерение плановых размеров поясов и их высотных отметок между деформационными знаками, установленными на поясах по взаимно-перпендикулярным осям X и Y, проводятся после разработки каждого яруса и полного набора прочности железобетона конструкций.

Порядок измерений.

Измерение № 1 производится после сооружения обвязочной балки.

Следующие отсчеты по тензодатчикам и деформационным знакам, назовем их измерения № 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8 производятся по

Таблица 1

Технические характеристики тензометрического датчика

Модель	0VK4000VS, 0VK4200VC
Тип датчика	Струнно-акустический
Встроенный термодатчик	Да
Измерительный диапазон	3000 мк (относит. деформация)
Точность	15 мк
Разрешение	1 мк
Тип выходного сигнала	Hz
Рабочее напряжение	12В импульс
Рабочая температура	-20°C ... +80°C
Габариты измерительной части	150 мм
Материал	Нержавеющая сталь, пластик

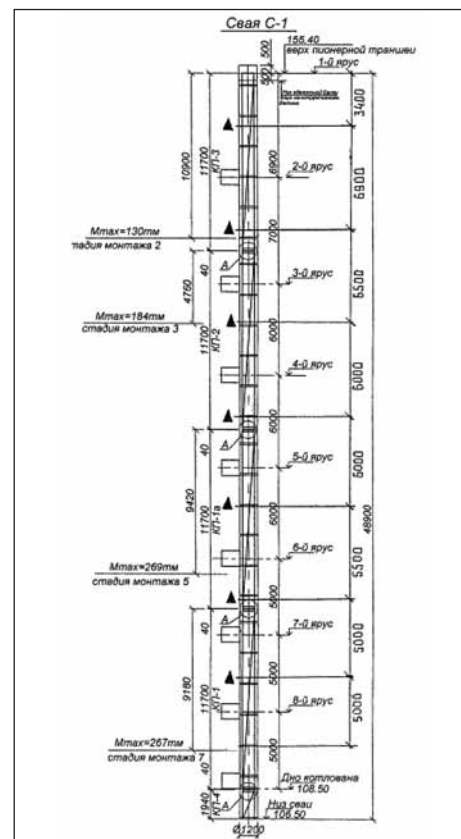


Рис. 7. Размещение вертикальных тензодатчиков (А) на арматуре БСС

всем датчикам на всех ярусах после разработки грунта и устройства обвязочных поясов на каждом нижележащем ярусе котлована.

Так, измерения № 2 будут состоять из измерений на обвязочной балке (1-й уровень), на конструкции пояса первого яруса и на БСС посередине первого яруса.

Далее, измерения № 3 будут состоять из измерений на обвязочной балке (1-й уровень), на конструкции пояса первого яруса, на БСС посередине первого яруса и плюс измерения на конструкции пояса второго яруса и на БСС посередине второго яруса.

И далее, по тому же алгоритму, осуществляются измерения № 4, 5, 6, 7 и 8 до полной разработки котлована и устройства днища (измерение № 9).

Поскольку, как было отмечено выше, рассматриваемый котлован предназначен для монтажа в нем двух ТПМК, в проекте организации строительства предусмотрен демонтаж 8-го распорного яруса крепления на отм. 113.50.

После демонтажа 8-го распорного яруса будет происходить перераспределение усилий и напряжений, прежде всего на распорном 7-м ярусе крепления и днище, в связи с чем необходимо произвести измерение № 10 по всем измерительным местам по всем ярусам.

В дальнейшем после демонтажа 7-го яруса крепления в местах выхода двух ТПМК на трассу в вертикальных БСС будут вырезаться проемы, поэтому следующие измерения № 11, 12 и др. должны проводиться по временной программе, связанной с графиком строительства и в зависимости от анализа результатов измерений № 1–12.



Рис. 9. Внешний вид регистратора данных OMNIAlog

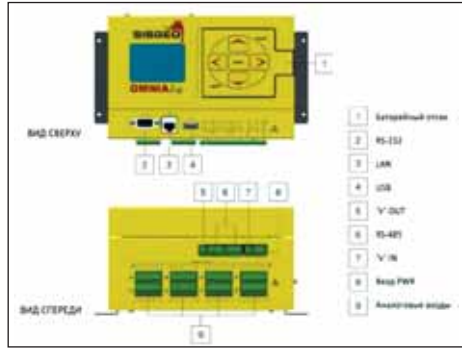


Рис. 10. Внешний вид регистратора данных OMNIAlog



Рис. 11. Внешний вид автоматического регистратора

Геотехнический мониторинг по контролю напряжений в ограждающих конструкциях и распорном креплении котлована производится с использованием оборудования Sisgeo.

Измерительные приборы (тензодатчики) устанавливаются в конструкциях крепления по вышеизложенной схеме по мере разработки котлована, начиная с обвязочной балки и далее до разработки нижнего яруса.

Внешний вид струнных тензодатчиков представлен на рис. 8.

Основные технические характеристики тензодатчиков приведены в табл. 1.

Регистратор данных OMNIAlog (производство компании Sisgeo) – это универсальный, эффективный регистратор данных с малым потреблением электроэнергии, который поддерживает измерители с колеблющейся струной.

OMNIAlog снабжен сервером Web и FTP, имеет восемь аналоговых каналов и может быть расширен до 392 каналов и двух цифровых оптоизолированных входных портов. Управление регистратором данных можно осуществлять с помощью любого интернет-браузера и, кроме того, в нем предусмотрена поддержка встроенного запоминающего устройства 9.

Области применения регистратора данных OMNIAlog: проходка тоннелей, обследование плотин, контроль состояния строительных конструкций, шахтная разведка, глубокая разработка грунта, обеспечение мер защиты против оползней, подпорные стены, геотехнические исследования.

Конструктивные особенности регистратора данных OMNIAlog: не требуется программное обеспечение, COM-порты LAN Ethernet,

USB и RS232, высокие эксплуатационные характеристики (разрешение, точность, работа в диапазоне температур от $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$), встроенное запоминающее устройство емкостью 2 Гб, работа в автономном режиме или в составе сети, встроенный интерфейс для датчиков с колеблющейся струной, поддержка цифровых датчиков, совместимость со всеми основными геотехническими датчиками.

Внешний вид регистратора данных OMNIAlog с указанием разъемов приведен на рис. 10.

Изображение внешнего вида шкафа с установленным даталоггером представлено на рис. 11.

Портативный регистратор GALILEO (рис. 12, производство компании Sisgeo) разработан для снятия показаний со струнных датчиков (см. рис. 8). Считанные данные сохраняются во флэш-памяти объемом 2 Гб и могут быть легко переданы на ПК для дальнейшей обработки и анализа.

Регистратор GALILEO управляется при помощи буквенно-цифровой клавиатуры, встроенной для простоты эксплуатации в лицевую панель.

В комплект регистратора GALILEO входит сумка для переноски, зарядное устройство, соединительные кабели с разъемами типа «крокодил», USB-кабель и программное обеспечение SMART.

Помимо тензодатчиков на обвязочных балках устанавливаются плано-высотные деформационные знаки.

Плано-высотные деформационные знаки позволяют оценивать горизонтальные и вертикальные перемещения распорной системы



Рис. 12. Внешний вид портативного регистратора GALILEO

из железобетонных поясов по взаимно-перпендикулярным направлениям по осям X и Y.

Знаки устанавливаются на обвязочной балке, семи распорных поясах и днище, рядом с тензодатчиками на тех же девяти отметках в 36 измерительных местах, что и тензодатчики.

Деформационные знаки замонамливаются по верху обвязочной балки, поясов и днища.

Таким образом, всего необходимо установить 36 деформационных знаков.

Полученная информация о напряжениях и деформациях в элементах крепления котлована сравнивается с расчетными данными, входящими в состав проектной документации, и при эксплуатации котлована имеется возможность в реальном масштабе времени оценивать состояние крепления котлована.

Ключевые слова

Котлован, мониторинг, тензодатчики, автоматизированная система.

Pit, monitoring, strain gauges, automated system.

Список литературы

- СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений».
- Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» по постановлению Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2014 г.

Для связи с авторами

Дорман Игорь Яковлевич
dormani@metrogiprotrans.com
Силина Оксана Колосовна
silinao@metrogiprotrans.com
Матикова Елена Владимировна
matikova@metrogiprotrans.com



РЕГИСТРАТОР GALILEO

Тип измерений	Струнный датчик, термистор NTC
Количество каналов	2 (два)
Цифровой дисплей	Буквенно-цифровой ЖКД с подсветкой 240×128 пикселей, 5.7»
Объем памяти	2 Гб флэш
Измеряемые величины	Гц, мкс, мк, °C
Разрешение	0,1 Гц, 0,5 °C
Погрешность измерений	0,01 % для частоты; 0,1 % для температуры
Батарея	12 В, 4,5 Ач, Ni-MH аккумулятор
Время непрерывной работы	8 часов от батарей
Размеры (Д × Ш × В)	200 × 280 × 65 мм
Вес	2 кг
Внешние условия	-20 °C ... +60 °C, защита IP67
Порт связи с ПК	USB

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ В СТЕНЕ ИЗ БУРОСЕКУЩИХСЯ СВАЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ НА СООРУЖЕНИИ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО СТВОЛА МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

GEOELECTRICAL SURVEY OF DEFECTS IN SECANT PILE WALL DURING THE CONSTRUCTION OF THE MOSCOW METRO VENTILATION SHAFT

И. Н. Лозовский, заведующий лабораторией ООО «ЭГЕОС», научный сотрудник ЦГЭМИ ИФЗ РАН

А. А. Чуркин, инженер-геофизик ООО «ЭГЕОС», аспирант кафедры сейсмометрии и геоакустики геологического ф-та МГУ им. Ломоносова

I. N. Lozovsky, Head of the laboratory, AIGEOS LLC, Researcher GEMRC IPE RAS

A. A. Churkin, Geophysicist, AIGEOS LLC, Postgraduate of the Department of Seismometry and Geoaoustics, Faculty of Geology, Lomonosov Moscow State University

На сооружении вентиляционного ствола Московского метрополитена были проведены геофизические исследования методом электроразведки с целью определения местоположения зон нарушения сплошности ограждающей конструкции из бетонных буросекущихся свай. В основу методики исследований легло изучение распределения электрического поля, создаваемого искусственным источником. Полученные результаты были использованы для разработки проекта работ по восстановлению ограждающей конструкции. Представленная в публикации методика исследований может применяться в качестве оперативного инструмента для решения сходных геотехнических задач.

The geoelectrical survey was carried out to locate the defects in secant pile wall during the construction of the Moscow metro ventilation shaft. The survey was based on electric field distribution study in inhomogeneous media. The results were used to design the secant pile wall recovery project. The technique provided in the current publication can be implemented as a prompt solution for similar geotechnical tasks.

В качестве ограждающих конструкций при строительстве подземных сооружений широко применяются бетонные и железобетонные «стены в грунте», выполненные из отдельных сопряженных между собой секций (захваток) или из стыкующихся между собой буронабивных свай [1]. Нарушение сплошности бетона «стен в грунте», особенно изготовленных в неустойчивых, обладающих плавунными свойствами грунтах, может приводить к прорыву обводненных масс грунта в процессе разработки котлована, осадке оснований близлежащих зданий, разрушению инженерных коммуникаций и др.

Для исключения неблагоприятных последствий до начала работ по разработке котлована должен быть выполнен контроль качества «стен в грунте» с применением неразрушающих геофизических методов. Для проведения межскважинного ультразвукового [7] или сейсмоакустического контроля [5] в тело конструкции должны быть установлены трубы доступа. В случае если установка труб доступа не производилась, необходимо применение альтернативных методов контроля, обеспечивающих высокую разрешающую способность и надежность решения поставленной задачи.

Данная статья посвящена опыту применения электроразведки для локализации местоположения нарушений сплошности ограждающей конструкции из буросекущихся бетонных свай (БСС), вскрытых в процессе разработки грунта при устройстве вентиляционного ствола метрополитена.

Описание объекта исследований

Объект исследований представляет собой вентиляционный ствол метрополитена диаметром 5500 мм, сооружаемый в толще неустойчивых обводненных грунтов под защитой ограждающей конструкции из буросекущихся бетонных свай диаметром 1000 мм (рис. 1).

В процессе экскавации на глубине около 24 м был вскрыт дефект в ограждающей конструкции и через него в выработку поступил большой объем водонасыщенного песка, который заполнил несколько метров ствола.

Для устранения последствий аварии ствол для создания избыточного давления был заполнен водой, несколько метров поступившего песка были извлечены, и на его месте методом подводного бетонирования была изготовлена бетонная плита мощностью 1,5 м, после чего вода из ствола была удалена.

Работы по сооружению ствола могли быть возобновлены только после восстановления целостности ограждающей конструкции. Для определения местоположения зон нарушения сплошности с целью разработки проекта тампонирования были проведены геофизические исследования методом электроразведки.

Метод исследований

Геофизические исследования были выполнены методом постоянного тока – модификацией электроразведки, теория которой основана на изучении распределения поля постоянного или низкочастотного переменного электрического тока от искусственного источника с известными параметрами в средах в зависимости от их удельного электрического сопротивления [2, 3, 4].

Электрическое поле создается с помощью тока заданной силы и частоты, стекающего с заземленных питающих электродов, подключенных к клеммам генератора электрического тока.

Напряженность электрического поля можно исследовать, измеряя с помощью вольтметра (измерителя) разность потенциалов между любыми двумя точками пространства, в которые устанавливают измерительные электроды.

Аномалии разности потенциалов проявляются за счет затекания токов в низкоомные неоднородности или обтекания током высокоомных неоднородностей.

Для иллюстрации принципа работы метода в программе IE2DL было выполнено двумерное моделирование распределения электрического поля в модели БСС с нарушением сплошности [6]. Удельное электрическое сопротивление бетона БСС было принято равным 400 Ом·м, вмещающих грунтов (водонасыщенный песок) – 20 Ом·м.

В программе DC_flow были построены силовые линии электрического поля, иллюстрирующие распространение электрического тока от электрода А к электроду В (рис. 2). В зоне нарушения сплошности БСС наблюдается высокая концентрация силовых линий, что позволяет выделить данную зону по результатам измерений разности потенциалов.

Методика проведения испытаний

Для возбуждения электрического поля на объекте исследований использовался электроразведочный генератор «АСТРА-100» (ООО «Северо-Запад», Москва). Форма выходного тока – «меандр» (прямоугольные разнополярные импульсы без паузы). Первый питающий электрод (А) был погружен в грунт на поверхности стройплощадки. Второй питающий электрод (В) был погружен в грунт на глубину 2 м ниже поверхности плиты через устроенное в центре плиты отверстие.

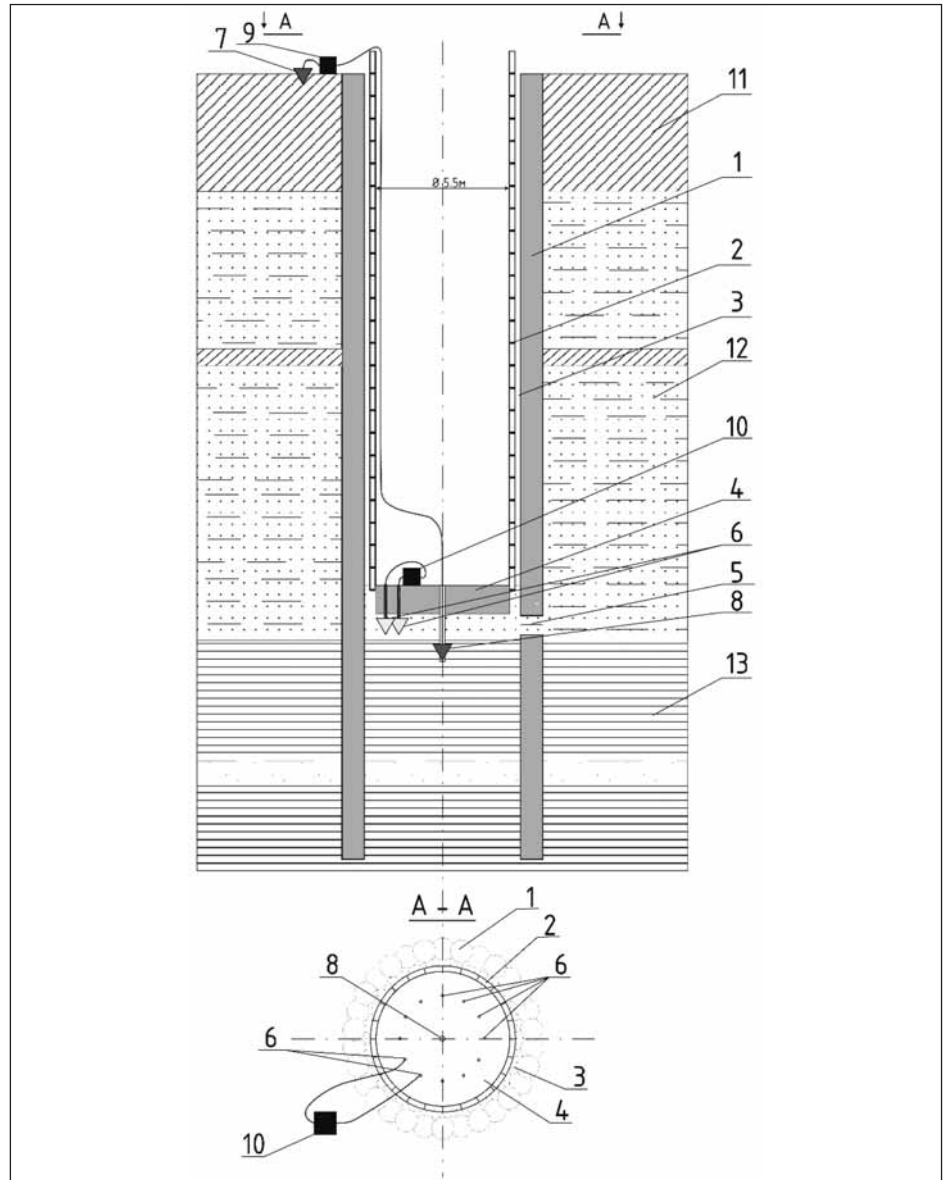


Рис. 1. Схема проведения исследований: 1 – БСС; 2 – чугунные тубинги; 3 – заполнение цементно-песчаным раствором; 4 – бетонная плита; 5 – дефект (показан условно); 6 – измерительные электроды; 7 – питающий электрод А; 8 – питающий электрод В; 9 – источник переменного тока; 10 – измерительное устройство; 11 – насыпные грунты, тугопластичный суглинок; 12 – водонасыщенный песок; 13 – твердая глина

Рис. 2. Карта распределения силовых линий электрического поля по результатам двумерного моделирования

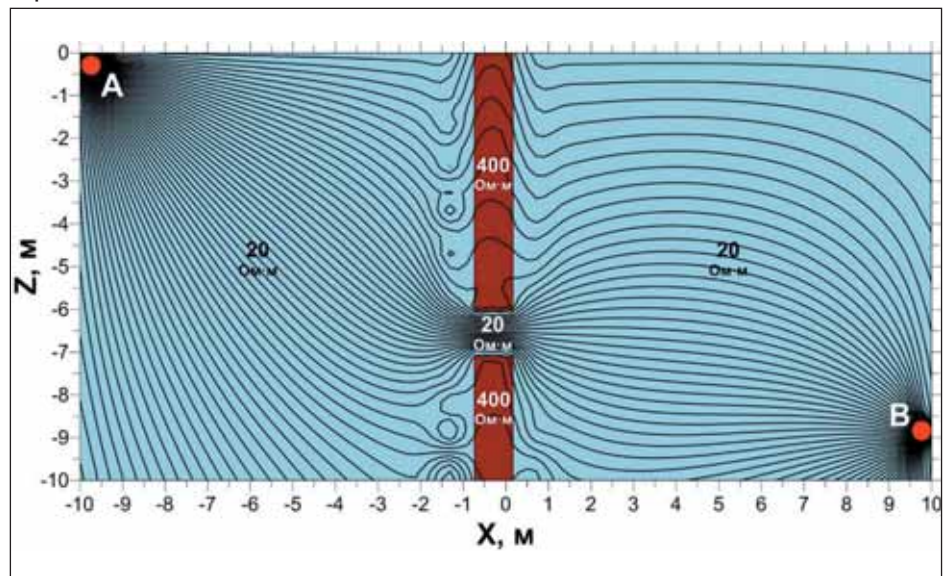
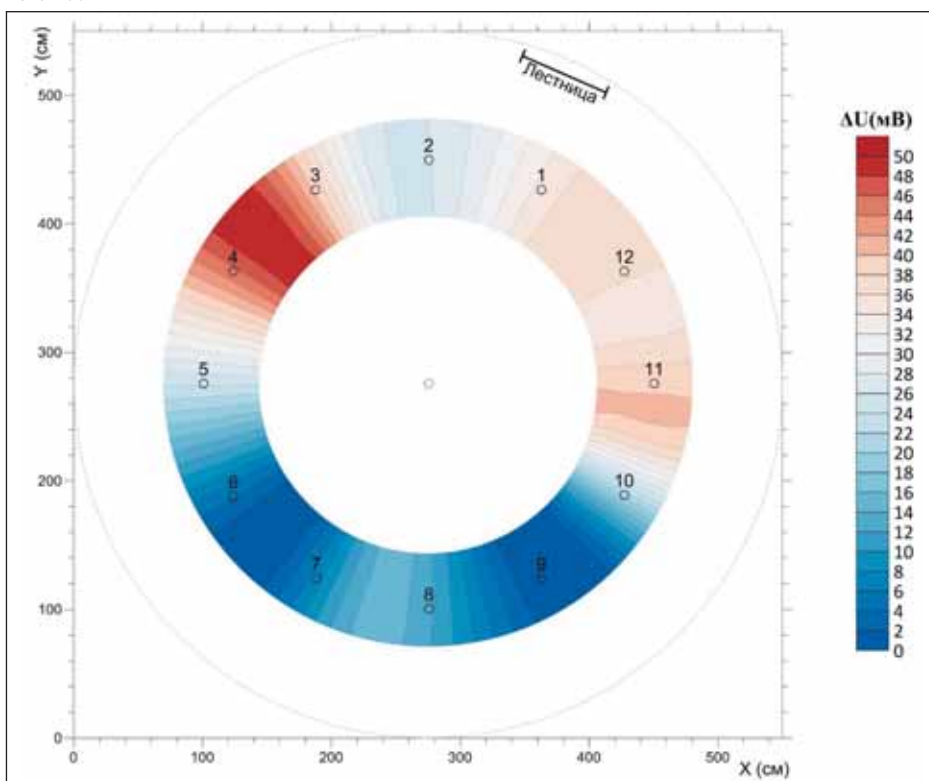




Рис. 3. Проведение геофизических исследований методом электроразведки в вентиляционном стволе метрополитена

Рис. 4. Карта разности потенциалов (первой гармоники сигнала) для рабочей частоты 4,88 Гц и силы тока 200 мА



Для регистрации значений разности потенциалов между измерительными электродами использовался электроразведочный измеритель «МЭРИ-24» (ООО «Северо-Запад», Москва). Измерительные электроды были погружены в грунт на глубину 0,5 м ниже поверхности плиты через заранее пробуренные по периметру ствола отверстия (12 шт, диаметр – 40 мм), удаленные в радиальном направлении от центра плиты на 1,75 м.

Измеритель последовательно производил измерения разности потенциалов (1-й и 3-й гармоник сигнала) между соседними измерительными электродами (рис. 3).

Обработка зарегистрированных сигналов производилась в автоматическом режиме измерителем «МЭРИ-24».

Результаты измерений представлены в табл. Значения амплитуды гармоник сигнала были умножены на величину, обратную коэффициенту ряда Фурье.

Для повышения надежности результатов исследования измерения производились на различных рабочих частотах: 2,44 и 4,88 Гц и на разной силе тока: 200 и 314 мА.

Распределение электрического поля зависит от выбранных значений частоты и силы тока. Амплитуда сигналов изменяется пропорционально изменению силы тока с точностью

Таблица

Результаты измерений разности потенциалов

Пара электродов	f = 4,88 Гц I = 200 мА		f = 4,88 Гц I = 316 мА		f = 2,44 Гц I = 200 мА		f = 2,44 Гц I = 316 мА	
	1-я гармоника, мВ	3-я гармоника, мВ	1-я гармоника, мВ	3-я гармоника, мВ	1-я гармоника, мВ	3-я гармоника, мВ	1-я гармоника, мВ	3-я гармоника, мВ
12-01	37,7	37,4	59,6	59,2	37,8	37,6	59,8	59,4
01-02	29,7	29,6	47,1	46,8	29,8	29,7	47,1	46,9
02-03	27,7	27,5	45,8	43,5	27,9	27,6	44,0	43,7
03-04	49,3	48,8	78,0	77,1	49,7	48,2	78,5	77,7
04-05	34,9	34,4	55,1	54,4	35,1	34,7	55,5	55,0
05-06	14,0	13,9	22,1	21,9	14,1	13,9	22,2	22,0
06-07	0,1	0,1	0,15	0,15	0,1	0,1	0,15	0,14
07-08	14,6	14,5	23,1	23,0	14,6	14,6	23,1	23,0
08-09	5,7	5,7	9,1	9,0	5,8	5,7	9,1	9,0
09-10	2,8	2,76	4,4	4,36	2,8	2,76	4,4	4,37
10-11	38,0	37,6	60,0	59,5	38,2	37,9	60,3	59,8
11-12	35,4	35,1	55,9	55,6	35,5	35,3	56,2	55,7

до 0,75 %. Среднеквадратическое расхождение измерений на частотах 2,44 и 4,88 Гц – 0,64 %. Среднеквадратическое расхождение амплитуд 1-й и 3-й гармоник сигнала, приведенных к уровню «меандра» – 0,79 %.

Контроль качества зарегистрированных данных производился с помощью контрольных (повторных) измерений. Среднеквадратическое расхождение между рядовыми и контрольными измерениями составило 0,81 %.

Результаты исследований

По результатам измерений было произведено построение карт распределения значений разности потенциалов. Результаты измерений были привязаны к геометрическому центру расстояния между парой измерительных электродов.

Карта разности потенциалов (первой гармоники сигнала) для рабочей частоты 4,88 Гц и силы тока 200 мА представлена на рис. 4.

На картах выделяются две аномальные зоны, характеризующиеся повышенными значениями разности потенциалов.

Первая аномальная зона (49 мВ) выделена между парой электродов 3–4. Зона интерпретируется в качестве нарушения сплошности бетона ограждающей конструкции из буросекущихся свай.

Вторая, менее интенсивная, аномальная зона (35–38 мВ) выделена между парами электродов 1–12, 11–12, 10–11. Зона может интерпретиро-

ваться как в качестве нарушения сплошности буросекущихся свай меньшего геометрического размера, так и в качестве нарушения, расположенного на большей глубине.

Заключение

Результаты исследования стены из буросекущихся свай методом электроразведки позволили определить местоположение зон нарушения сплошности бетона и разработать технические мероприятия для восстановления работоспособности ограждающей конструкции.

Представленный метод исследований не требует предварительной установки труб доступа, позволяет оперативно проводить полевую съемку и может сопровождать процесс выработки неустойчивых грунтов в котлованах под защитой бетонных конструкций с целью предотвращения аварийных ситуаций.

Авторы хотели бы выразить свою благодарность компании ООО «Северо-Запад» за предоставленное для исследований оборудование.

Ключевые слова

Буросекущиеся сваи, «стена в грунте», неразрушающий контроль, контроль сплошности свай, электроразведка, инженерная геофизика, Московский метрополитен.

Secant pile wall, diaphragm wall, nondestructive testing, pile integrity testing, geoelectric survey, engineering geophysics, Moscow metro.

Список литературы

1. Шахтное и подземное строительство. Учебное пособие для вузов, под ред. Б. А. Картозия. М, 2003. – 815 с.
2. Хмелевской В. К. Электроразведка. – М, 1984. – 420 с.
3. Якубовский Ю. В. Электроразведка. – М, 1980. – 384 с.
4. Электроразведка. Т. 2. Малоглубинная электроразведка – М, 2013. – 124 с.
5. Исаев Ю. С., Бойко О. В., Дорохин К. А., Костромитина Е. В. Оценка качества возведения «стены в грунте» по данным сейсмоакустического межскважинного просвечивания. – «Метро и тоннели» – № 6, 2016, с. 13–16.
6. Bobachev A. A., Modin I. N., Shevkin E. V. Stream-function, used for current lines' construction in 2 – dimensional dc modeling. – Proceedings of 5th EEGS-ES conference. – Budapest, Hungary, 1999.
7. Niederleithinger E., Hubner M., Amir, J.M. Crosshole sonic logging of secant pile walls – A feasibility study. – Symposium on the application of geophysics to environmental and engineering problems (SAGEEP) – Keystone, USA, 2010.

Для связи с авторами

Лозовский Илья Николаевич
piles@aigeos.ru
Чуркин Алексей Андреевич
piles@aigeos.ru



ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ «ТОННЕЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ – ГРУНТОВЫЙ МАССИВ» ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ МЬЯНМЫ

STUDY THE INTERACTION OF THE TUNNEL STRUCTURES WITH THE SURROUNDING SOIL MASS TO THE CONDITIONS OF MYANMAR

Хей Линь Тун, магистрант МАДИ

Hey Lin Tun, MADi

В статье приведены исследования взаимодействия тоннельных конструкций с окружающим грунтовым массивом и прогнозирования осадок дневной поверхности при строительстве тоннелей применительно к условиям Мьянмы.

The article shows the interaction of the tunnel structures with the surrounding soil mass and prediction of the sediment surface during the construction of tunnels concerning to the conditions of Myanmar.

Строительство автодорожных тоннелей должно занять важное место в дорожно-транспортной сети Мьянмы (рис. 1). При проходке тоннелей происходит изменение напряженно-деформированного состояния (НДС) грунтового массива и связанные с ним деформации земной поверхности. В условиях плотной городской застройки эти деформации грунтового массива могут привести к повреждениям расположенных в зоне строительства зданий и сооружений, а в критических случаях и к их разрушению (рис. 2).

Во избежание возможных обрушений грунта в забое выработки и недопустимых осадок поверхности земли принимают различные стабилизационные меры, включающие в себя искусственное замораживание, химическое закрепление, обычную или струйную цементацию грунтов в окрестности подземной выработки [1]. Для обеспечения устойчивости подземных выработок, непрерывного и безопасного пропуска транспортных средств в застроенных участках городских территорий, с учетом условий Мьянмы, более эффективными и экологически чистыми являются меры по армированию грунтового массива опережающей контурной крепью из фиброгласовых анкеров в сочетании со струйной цементацией грунтов и проходкой по технологии NATM.

В статье описано исследование взаимодействия опережающей крепи с окружающим грунтовым массивом и прогнозирование осадок дневной поверхности. При этом был выполнен анализ факторов, влияющих на осадки в процессе проходки тоннелей закрытым способом. На рис. 3 приведена схема проходки тоннеля по технологии NATM.

На кафедре мостов, тоннелей и строительных конструкций МАДИ выполнены исследования развития осадок грунтового массива с использованием программного комплекса PLAXIS 3D



Рис. 1. Географическая карта республики Мьянма

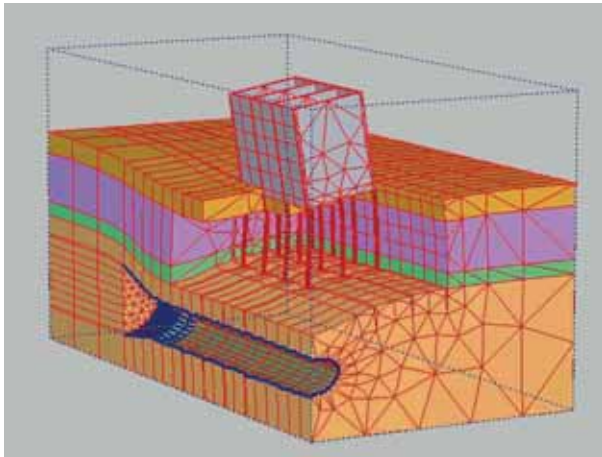


Рис. 2.

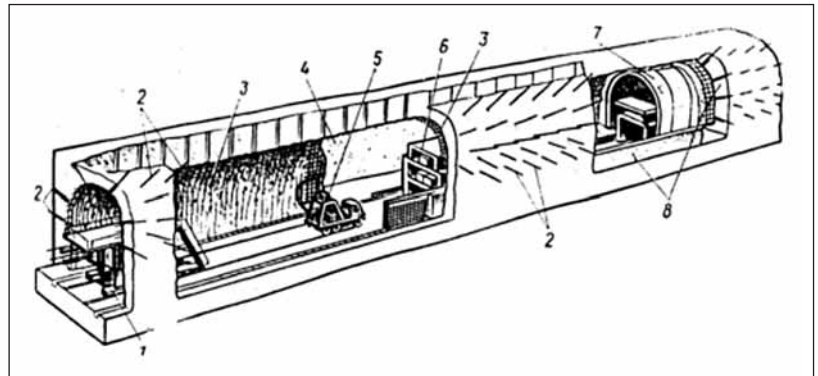


Рис. 3. Схема проходки тоннеля по технологии NATM: 1 – буровой порталный агрегат; 2 – анкеры; 3 – сетка; 4 – слой набрызг-бетона; 5 – установка для нанесения набрызг-бетона, смонтированная на автомобиле; 6 – тележка с измерительными приборами; 7 – механизированная опалубка; 8 – постоянная обделка тоннеля

TUNNEL [2], реализующего метод конечных элементов, были разработаны пространственные конечно-элементные модели с применением математической модели «Мора-Кулона» в упругопластической постановке.

Плоская модель практически не позволяет учитывать влияние забоя на формирование мульды сдвижения грунтового массива. Учет этого влияния важен, поскольку в результате деформаций грунтов в забое на поверхности могут образовываться значительные деформации поверхности земли. Использование плоской постановки задачи для моделирования временной крепи, как правило, не имеющей достаточной протяженности хотя бы в одном направлении, может привести к неверным результатам, ее работа отличается существенно трехмерным характером. Сделать прогнозы наиболее точными и полными позволит создание эффективных трехмерных моделей.

Когда в процессе строительства тоннелей контурная опережающая крепь не обеспечивает закрепление грунтового массива, происходит вывал грунта перед забоем, поэтому требуется армирование призабойной зоны. Забойная крепь должна не только обеспечивать устойчивость забоя против его обрушения, но и максимально снижать вертикальные деформации крепи и грунтового массива. На рис. 4 показана схема моделирования сооружения тоннеля.

Модель грунтового массива имитируется сеткой объемных 6-узловых конечных элементов с соответствующими механическими характеристиками и с шестью степенями свободы в каждом узле. Граничные условия предусматривают закрепление боковых границ модели от горизонтальных перемещений, а нижней границы – от вертикальных, верхняя граница деформируется свободно.

В качестве существенных факторов, определяющих напряженно-деформированное состояние системы «крепь – тоннель – массив» и характер взаимодействия опережающей крепи и грунтового массива, выбраны следующие (табл.).

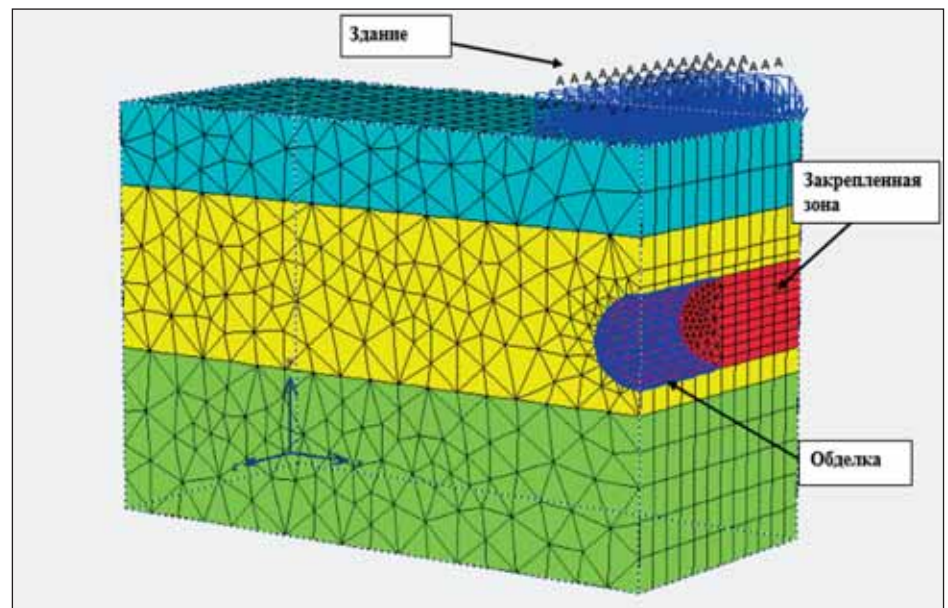


Рис. 4. Схема моделирования сооружения тоннеля в грунтовом массиве

Таблица

Исходные данные	
Глубина заложения тоннеля, м	8, 16, 24, 32
Длина заходки, м	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26
	3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36
Толщина крепи, мм	600–800
Характеристика грунта	
Первый слой	песок
Второй слой	глина
Третий слой	скальный грунт
Нагрузки от зданий, кн/м ²	
без этажей	
4-й этаж	100
8-й этаж	200
12-й этаж	300
Длина закрепленного участка, м	14, 18
Материалы тоннельной обделки	железобетонная крепь
Способ строительства	горный способ NATM

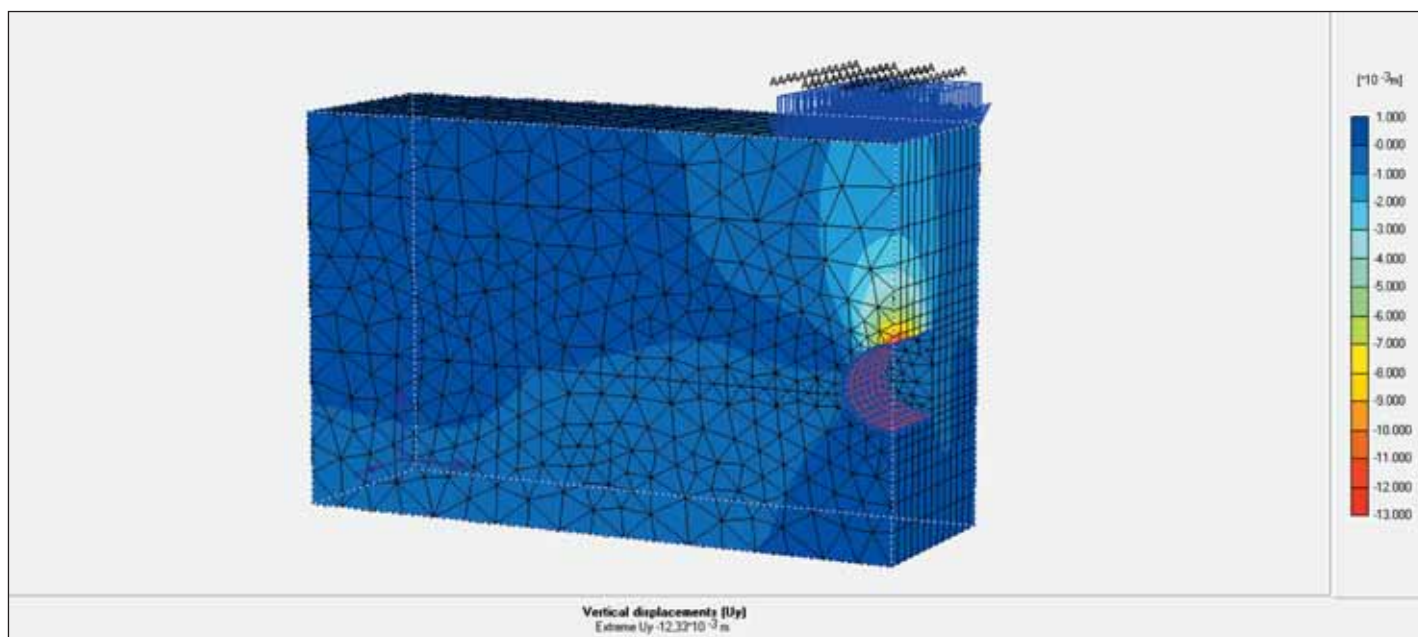
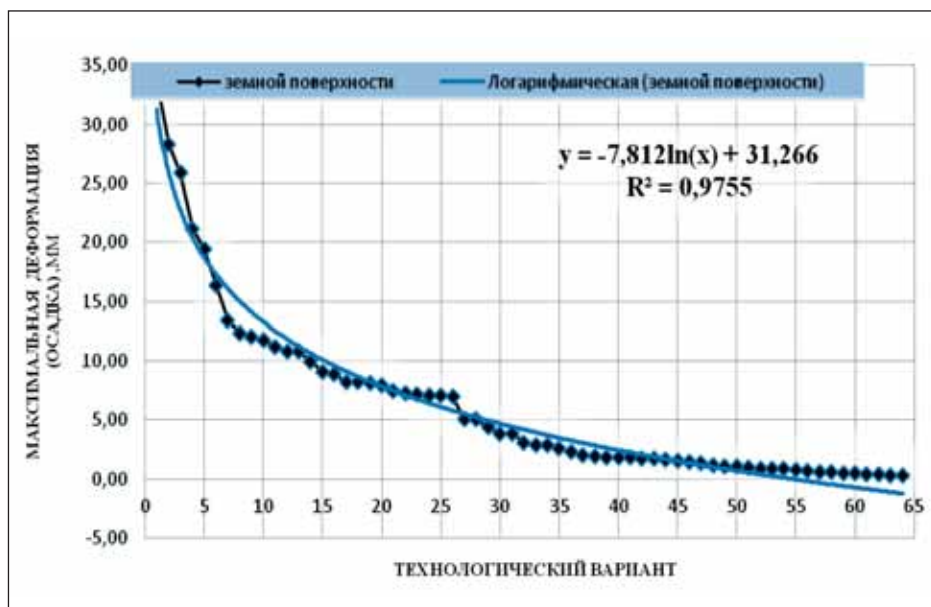


Рис. 5. Поле вертикальных перемещений

Рис. 6. Номограмма зависимости осадки Y от категории варианта X

Численный эксперимент проводится в несколько стадий. Моделируется процесс поэтапного строительства методом сплошного забоя. Выполняемое моделирование позволяет получить данные о деформационном процессе на всех этапах строительства тоннеля. В любом сечении грунтового массива на каждом этапе моделирования можно получить полную информацию о размерах деформационной зоны и распределении в ней деформаций. На рис. 5 показано поле вертикальных перемещений.

На разработанной автором пространственной конечно-элементной модели системы «крепь – тоннель – массив» были проведены серии численных экспериментов. При этом варьировались такие факторы как относительная глубина заложения тоннеля, инженерно-геологические условия, толщина крепи, величина заходки и длина закрепленной зоны.

Обработка результатов экспериментов позволила получить зависимости, характеризующие изменение напряженно-деформированного состояния грунтового массива на различных этапах строительства и оценить влияние отдельных геометрических и конструктивных факторов на работу крепи.

Максимальные значения осадок поверхности земли уменьшаются на 40–60 % в закрепленном массиве по сравнению с незакрепленным, причем с увеличением толщины свода осадки поверхности земли уменьшаются в той же пропорции.

С целью выявления степени общего влияния совокупности факторов на деформации грунтового массива выполнено ранжирование вариантов моделирования по величине осадок. После ранжирования каждому сочетанию факторов был присвоен порядковый номер, который можно интерпретировать

как номер категории варианта в порядке уменьшения осадки. Для каждого варианта на оси категорий (оси X) было однозначно определено место. На рис. 6 показана номограмма зависимости осадки Y от категории варианта X .

Сглаживание зависимости осадки от номера варианта по экспоненциальной кривой показало, что результаты расчета закономерно и достаточно плотно легли на сглаживающую кривую. На рис. 6 хорошо видны области возможного применения вариантов крепи. Видно также, что имеются совместные области применимости, где есть возможность выбора параметров крепи в пределах допустимых значений осадки.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований позволили выявить некоторые закономерности изменения НДС грунтового массива, закрепленного опережающей крепью.

Применение рассматриваемой технологии в практику тоннелестроения в Мьянме будет способствовать возможности возведения тоннелей на плотно застроенных городских территориях с минимальными нарушениями окружающей застройки.

Ключевые слова

Опережающая крепь, тоннельная обделка, деформации грунтового массива.

Fore poling, tunnel lining, deformation of soil mass

Список литературы

1. Маковский Л. В. Применение опережающей бетонной крепи в тоннелестроении // *Метротехника*. – 2003 – С. 38–41.
2. Инструкция к программному комплексу PLAXIS 3D TUNNEL.

Для связи с автором

Хей Линь Тун
kolin6215@gmail.com



CONDAT STAB

укрепление грунтов и водонепроницаемость

CONDAT

LUBRIFIANTS

Компания **CONDAT**, имеющая 15-летний опыт в области тоннелестроения и работ, связанных с укреплением грунтов, всегда играла активную роль в разработке специализированных продуктов для этой отрасли. Компанией разработан полный спектр продукции, соответствующей различным типам грунтов и применяемого оборудования, а также отвечающей требованиям экологии и безопасности.

Продукция **CONDAT Stab** была разработана для решения задач укрепления грунта и водонепроницаемости при строительстве подземных сооружений и других видов подземных работ.

Компания **CONDAT** предлагает ускорители схватывания для растворов на силикатной основе, используемых для укрепления грунта путем нагнетания. Благодаря их высокой проникающей способности можно достичь максимального заполнения пустот и трещин в грунте, а следовательно, и максимальной водонепроницаемости. Нагнетание раствора в проницаемый грунт позволяет:

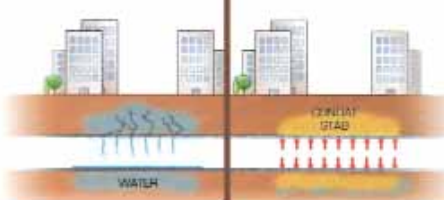
- повысить его механическую прочность;
- уменьшить проницаемость.

Области применения CONDAT Stab

Укрепление стен стартовых котлованов при запуске тоннелепроходческих комплексов



Ремонт существующих подземных коммуникаций в случае их повреждения



Ремонт и укрепление фундаментов



Водонепроницаемость и герметизация подземных сооружений



Укрепление насыпей



Работа тоннелепроходческого комплекса в предельно тяжелых условиях



Официальный представитель фирмы Condat Lubrifiants в России

ООО «ТА Инжиниринг Инт.»

107078, Москва, ул. Октябрьская, д. 80, стр. 3

тел.: (495) 724-7481

тел./факс: (495) 981-8071

реклама

О СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ

Д. М. Голицынский, профессор, д. т. н., СПГУПС



Будущее нашей страны неразрывно связано с проблемой высшего образования, т. к. от этого напрямую зависит уровень жизни всего нашего народа. Образованные люди создают основу государства, его стабильность и процветание.

Большой опыт преподавательской деятельности (более 50 лет, из них 21 год заведывания кафедрой) даёт мне основание сформулировать основные требования, которым должен отвечать современный специалист с высшим техническим образованием – инженер. Это хорошее знание и любовь к своей профессии; свободное владение современными средствами вычислительной техники и умение использовать их на практике; возможность общения на нескольких языках, позволяющих разговаривать с иностранными коллегами, а, кроме того, читать и переводить технические тексты; владеть и оперировать основными понятиями в экономике и управлении на предприятиях; обладать практическими навыками в области менеджмента и, наконец, быть широко образованным высоко нравственным человеком. К сожалению, мы живём сейчас в мире, где на первое место выходит культ денег. Всё продаётся, всё покупается. Духовная пустота заполняется жестокостью, насилием, сугубо житейскими потребностями, падением нравственности и полным пересмотром моральных ценностей. Такие понятия, как честь, совесть, бескорыстие, скромность, доброты, трудолюбие, т. е. то главное, что необ-

ходимо воспитывать в молодёжи, как правило, отсутствует. Достаточно посмотреть передачи ТВ, которые транслируют практически по всем каналам!

Воспитание молодежи – это сложная многогранная система, требующая большого внимания, жизненного опыта и терпения. Поэтому к этому делу надо привлекать людей, которые имеют опыт практической работы, желательно по профилю выбранной специальности, и которые занятия со студентами подкрепляют примерами из своей практики. Старая кураторская система воспитания себя уже изжила и не даёт нужного эффекта. Студенты, особенно на старших курсах, быстро взрослеют и не требуют к себе повышенного внимания. Многие из них уже имеют свои семьи и с этим необходимо считаться. Поэтому важно к преподавательской работе привлекать людей трезво оценивающих современную ситуацию в стране и искренне болеющих за будущее России.

Совершенствование учебного процесса в технических вузах следует проводить с усилением практической направленности подготовки специалистов. Для этого необходимо обеспечить планомерное снижение числа студентов, приходящихся на одного пре-

подавателя (не более пяти-шести человек), что позволит перейти на индивидуальное обучение по более свободной учебной программе, учитывающей возможности выбора различных тематических курсов, а по отдельным, наиболее сложным вопросам, привлекать к чтению лекций крупных специалистов с производства.

Особое внимание следует уделять при чтении лекций по специальным дисциплинам, вопросам, связанным с экологией окружающей среды. Эта глобальная проблема, которая приобретает в настоящее время все большее значение.

Нельзя недооценивать в процессе обучения значение производственной практики. По нашему мнению, эта та среда, где студенты познают все преимущества и недостатки, присущие выбранной специальности, и могут правильно оценить свой выбор, чтобы принять окончательное решение для определения своей профессии в будущем.

Для этого студенты младших курсов (1–2 курсы) должны проходить практику на базе средних учебных заведений (специализированные колледжи или лицеи) для ознакомления с начальными основами и получением в конце занятий удостоверения о присвоении

рабочей специальности. Для студентов старших курсов (4–5 курсы) в первую очередь разработать и принять необходимую документацию по решению правовой стороны этого вопроса (обязанности принимающей стороны), определив, какое количество студентов-практикантов необходимо для каждого предприятия, с обеспечением их оплачиваемыми рабочими местами и ответственного лица от производства, отвечающего за проведение практики. Производственную практику для старших курсов надо увеличить продолжительностью не менее трех месяцев перед защитой дипломных проектов со сдачей экзамена и оценки работы дипломника руководителем практикой от производства. Практиковать производственную практику для студентов старших курсов на наиболее интересных стройках за рубежом, что позволит значительно расширить диапазон знаний о современных технологиях и конструировании и обеспечит более глубокое изучение иностранного языка. Причем, такую практику можно, при желании договаривающихся сторон, производить на взаимовыгодной основе (мы – к ним, они – к нам). Целесообразно защиту дипломных проектов (если это возможно) организовывать по месту их практики, что повышает ответственность студентов и качество дипломных работ, позволяет обсуждать вопросы, связанные непосредственно с темой диплома и реализацией наиболее интересных предложений.

Теперь главное, чтобы привлечь или вернуть в вузы наиболее ценных и высокооплачиваемых преподавателей, необходимо существенно поднять уровень зарплаты в школах и вузах так, чтобы педагогов не считали карьерными неудачниками, которые работают за нищенскую зарплату. Работа в школе или вузе должна быть настолько высокооплачиваемой и престижной, чтобы труд преподавателей, которые готовят образованных людей, создавая основу будущего государства, был бы на порядок выше, чем в настоящее время. Надо стремиться сделать так, чтобы в вузы на конкурсной основе приходили бы ведущие педагоги, т. к. процветание будущих поколений будет зависеть от того, как мы сегодня обучаем следующее поколение.

Учитывая, что количество технических вузов (университетов) превышает количество академических (гуманитарных), следует уделять больше внимания таким рядовым вузам, обеспечивая их материальной поддержкой и достойной оплатой успевающим студентам и профессорско-преподавательскому составу. Такие вузы дают стране большое количество интеллектуальной силы, необходимой для выполнения повседневной работы, для выполнения поставленных государством народно-хозяйственных задач.

Основной системой знаний должна являться школа, поэтому ей должно уделяться особое внимание. По нашему мнению, в технические вузы следует принимать всех школьников, получивших аттестат зрелос-

ти по результатам работы в школе в соответствии с их оценками. Зачисление абитуриентов в вуз, после предварительного собеседования, следует производить с некоторым запасом, учитывая, что после первого курса, по результатам сессии, производится отсев студентов, получивших низкие баллы. При таком подходе отпадает необходимость в проведении ненужного и дорогого Единого Государственного Экзамена (ЕГЭ) и снимается большое нервное напряжение у поступающих. Отпадает необходимость в дорогостоящих наставниках (репетиторах). Профессорско-преподавательский состав должен создавать ту среду, в которой человек, если он хочет учиться – будет учиться, и надо вузам ориентироваться именно на таких студентов.

Особое значение в учебном процессе приобретает высшее звено – профессура. «Профессор отличается от ученого вообще тем, что он передает науку слушателям, что лично излагает перед ними свои исследования и убеждения и руководит ими живым словом и примером». Такую оценку дает Ф. И. Буслав в своей книге «Мои досуги» (Москва, Русская книга 2003 г.). Эта характеристика показывает насколько важно непосредственное общение учителя со слушателями, а не слепое и бездушное отношение к получению знаний с использованием только современных технических средств (компьютер, Интернет и др.) и дистанционных методов обучения, которые ничего хорошего дать не могут, т. к. в этом случае роль преподавателя является второстепенной и сводится, в лучшем случае, к проведению консультаций. Такое же неоднозначное впечатление оставляет и очно-заочное обучение слушателей. В то время, когда в нашей стране необходимо было резко увеличить количество инженеров, эта система себя полностью оправдывала, но сегодня она нуждается в совершенствовании и пока приносит больше вреда, чем пользы.

Не очень понятно, зачем в технических вузах нам нужны бакалавры и магистры, для кого мы готовим эти кадры? Зачем нам надо во всем подражать Западу? Российская система образования всегда славилась своим высоким качеством и нам не надо копировать пример других стран, а надо создавать свою собственную систему образования. Совершенствование системы образования – процесс сложный, длительный, требующий большого внимания, который затрагивает интересы всего нашего общества, поэтому вопросы как учить, кого учить и чему учить надо широко обсуждать, используя как средства массовой информации, так и, конечно, педагогические коллективы вузов. В конечном итоге, главной задачей российского инженерного образования становится подготовка современных высокопрофессиональных специалистов, способных решать самые сложные инженерные задачи.

Нельзя перегружать студентов второстепенными мероприятиями, не имеющими прямого отношения к учебному процессу

(различные капустники, конкурсы красоты, КВН и др.). В вузах студенты должны заниматься своим основным делом – учебой, находя время для ознакомления с историей города, посещением музеев, выставок, театров и концертов, быть в курсе культурных событий страны.

Большое значение имеет, кто стоит у руководства вуза, кафедры. Руководители этих подразделений должны пользоваться авторитетом и уважением своих коллег. Это могут быть крупные ученые, имеющие свои научные школы, руководители научных коллективов, обладающие большим жизненным опытом, а не хозяйственники и отставные министерские чиновники, не имеющие представления о специфике управления вузом.

Большим тормозом в учебном процессе является огромное количество бесчисленных и никому не нужных бумаг и отчетов. Каждый учебный год требуется менять формы основных документов, чтобы всю документацию переделывать заново. Причем всю эту работу, никому не нужную, надо представлять срочно и сверх срочно.

Существующая практика выдавать успехи отдельных студентов за достижение всей системы образования является в корне порочной и не отражает реальное положение дел в отрасли.

Необходимо разгружать учебный процесс от второстепенных, практически никому не нужных дисциплин, предоставив студентам (в основном старших курсов) свободное время для творчества и посещения культурно-массовых мероприятий.

Эти рекомендации следует рассматривать при очередной реформе образовательной системы. Сделанные предложения совпадают с уже известными выводами, сделанными другими авторами.

Список литературы

1. О. А. Матвейчев. Будущее системы образования. *Сверхновая реальность*, № 5, 2012.
2. Д. М. Голицынский. О создании системы научного и кадрового потенциала в области освоения подземного пространства. *Дороги*, № 22, 2012.
3. Д. М. Голицынский. К вопросу обоснования освоения подземного пространства больших городов. *Промышленное и гражданское строительство*, № 6, 2013.
4. Д. М. Голицынский. Некоторые соображения о подготовке специалистов в области подземного строительства. *Подземные горизонты*, № 4, 2015.
5. В. Н. Смирнов, Э. С. Каратетов. Подготовка кадров для мостостроительной отрасли. *Дорожная держава*, № 67, 2016.
6. В. Н. Смирнов. Проблемы отечественного транспортного строительства. *Путевой навигатор*, № 32, 2017.

Для связи с автором

Голицынский Дмитрий Михайлович
dou@pgups.edu



БУМАГА – НЕ ПАЛКА...

В. З. Коган, Тоннельная ассоциация России



Станция «Волгоградский проспект» перед пуском Ждановского радиуса Московского метрополитена. Часов девять вечера.

Мы – главный инженер нашего СМУ-8 Метростроя Казимир Станиславович Янчевский (за глаза – попросту Казимир), начальник участка Евгений Антонович Черненко и я, – стоим сразу за турникетами перед лестницей, ведущей в средний зал.

Группа женщин из конторы нашего СМУ, в рабочей одежде, с платками на головах, заканчивают оттирать мрамор колонн от того, чего на них давно уже нет.

Традиция была такая: «контора» должна физически поучаствовать в строительстве.

Чувства непередаваемые. Станция практически готова. Сияют лампы, остро пахнет свежей штукатуркой и креозотом – шпальной пропиткой. Позади все радости и горести, обиды и скандалы, связанные с ее строительством.

И неперенный перед каждым пуском спор – как разводить голландскую сажу для парадной окраски шпал станционных путей.

Мы ждем возвращения Бурцева, начальника нашего СМУ. Он – в Управлении Мосметростроя на заседании государственной приемочной комиссии.

...Павел Семенович появляется неожиданно, подходит к нам и некоторое время молчит. Наконец объявляет: «Пуска не будет!» и переводит взгляд на меня.

Поджав губы и сузив глаза:

– Тебе поручали перетянуть высоковольтную линию над открытым участком. Этого сделано не было. Сейчас на комиссии представитель Мосэнерго заявил, что их требование по перетяжке не выполнено, и они подписывать акт приемки радиуса в эксплуатацию не будут.

Не знаю, пережил бы я этот момент, случись это сегодня. Труд тысяч людей...

Не помню свою реакцию. Ноги стали ватными? В жар бросило? В холод?

Немыслимость ситуации и, главное, правота этого заявления обрушились на меня.

...Наше СМУ строило громадный кусок Ждановского радиуса, куда входил и открытый, наземный, участок на перегоне «Волгоградский проспект» – «Текстильщики».

Его, как и параллельный Волгоградский проспект, пересекала воздушная высоковольтная линия напряжением 110 тысяч вольт.

Хозяева воздушки – Южные сети Мосэнерго – поставили условием согласования проекта новой линии метро замену проводов этой линии, проходящих над открытым участком трассы. С целью их усиления и предотвращения возможного обрыва.

Получив в руки проект, Бурцев на первой же планерке сказал:

– Коган, ты – ответственный за перетяжку проводов и всем, что связано с этим требованием.

Отказываться у нас принято не было. Раз электрическое, неважно какое, значит в ответе главный энергетик, то есть я.

Стал размышлять, кто же строит высоковольтные линии высокого напряжения, кто смог бы выполнить эту работу.

Нашел таких строителей в московском регионе, но услышав про объем работ – перетянуть провода всего в одном пролете между двумя опорами – все как один отказались. Невыгодно. И действительно, объемы никакие, а ответственность велика. Поди, не в чистом поле перетягивать, а в заводском районе Москвы, да еще над действующим шоссе.

Поехал на Каширку, в Южные сети. Познакомились, рассказал о проблеме.

– Давайте так сделаем, – сказала руководство. – Вы свой участок строительства знаете. У нас там есть подстанция небольшая в районе завода «Москвич». Инспекция давно требует, чтобы мы огородили эту подстанцию, а это для нас проблема. Вы свой открытый участок метро на Сукином болоте забором железобетонным огораживаете. Вот таким же забором и подстанцию эту огородите по нашему эскизу. А мы вам справку дадим, что перетяжка проводов выполнена. А дальше это уже наша забота.

Забрав у электриков письмо с просьбой огородить подстанцию, я как на крыльях полетел в контору СМУ.

Бурцев был в отпуске, и я направился к Казимиру, его замещающему.

– Казимир Станиславович, Южные сети просят огородить их подстанцию забором, таким как мы на открытом участке ставим, а они за это дадут справку, что воздушка перетянута.

Характерным прекрасным почерком Янчевский пишет на письме резолюцию:

«Рахманинову Ю. П. Выполнить» и ставит свою подпись. С числом, как положено.

Юрий Павлович Рахманинов был начальником участка, который как раз и работал под пресловутой высоковольтной линией.

Нас с ним многое связывало, в том числе и отличные отношения.

– Юрий Павлович, решил я вопрос с воздушкой. У тебя наверняка заборные плиты есть некондиционные. Огороди подстанцию и все дела. Воздушка, считай, перетянута.

– Да ну ее к богу в рай, воздушку твою! Дел невпроорот. Не торопись. День кончается, сейчас пузырь привезут, выпьем да домой поедем.

– Да вот письмо от Южных сетей с казмировой резолюцией! Смотри!

Юра был восходящей звездой, участок прекрасно работал и чувствовал он себя весьма уверенно.

Пару-тройку раз я напоминал ему о зависшем вопросе, жаловался Янчевскому, но работы на трассе разворачивались, забот становилось все больше, и Рахманинов с присутствием ему изяществом каждый раз отсылал меня куда подальше.

А Янчевскому Рахманинов оказался не по зубам.

...Каюсь, отложил дело в долгий ящик. Буквально: положил письмо с резолюцией исполняющего обязанности начальника СМУ в свой железный ящик для документов. И забыл... Как ни дико это сейчас звучит...

А, скорее всего, решил, что Южные сети смирились, раз бучу не поднимают...

– Павел Семенович, я договорился с Южными сетями Мосэнерго, что мы им подстанцию у МЗМА забором из некондиции огородим, а они дадут бумагу, что воздушка перетянута. В ваше отсутствие Казимир Станиславович написал Рахманинову – выполнить, а он меня с этим письмом посылает всякий раз.

Бурцев поворачивается к Казимиру.

– Никакой бумаги не было! – на голубом глазу заявляет тот.

Это было второе для меня потрясение за последние пять минут. Пожалуй, я впервые услышал такое от руководителя.

Теперь же в пору Градского вспомнить: «Как молоды мы были, как молоды мы были...»

– Я сейчас вернусь, – осенило меня.

И помчался в мехцех, как мы называли механические мастерские. Как ноги не сломал...

Хватаю письмо из Южных сетей с резолюцией Янчевского и возвращаюсь на станцию.

Протягиваю Бурцеву:

– Вот!

Он читает и поднимает глаза на Казимира. Оба молчат. Но – по-разному.

Достаю авторучку.

Я автоматом поворачиваюсь спиной к начальнику, слегка наклоняюсь. Положив письмо мне на спину, Павел Семенович пишет что-то Рахманинову. В каких формулировках – не помню, но смысл единственный: выполнить немедленно.

Кстати, такой способ подписывания бумаг на ходу был очень распространен у нас на СМУ, особенно – требований на дефицитные материалы и заявлений на предоставление отпуска.

Ничего подобного нигде потом больше не встречал. Действительно, удобно: не надо ехать в контору СМУ в приемные часы начальника.

...На следующее утро лечу на участок к Рахманинову.

– Ну что, довы...ступался?

Тот скрипит зубами и зовет Майструка, ближайшего своего помощника.

– Иван, возьми людей, компрессор и двигайте к подстанции. Плиты заборные возьми в первую очередь из некондиции.

Ну а дальше уж я вволю потешился над другом. Оказалось, что подстанция была поставлена на месте какой-то свалки и, помнится, при копке лунок под столбы забора встречались всяческие препятствия: то какое-то сплющенное корыто, то обломки бетонных плит. Мат-перемат...

Худо-бедно, через пару-тройку дней забор стоял и даже побелен, как и положено, а я привез из Южных сетей Мосэнерго драгоценное подтверждение, что перетяжка проводов высоковольтной линии выполнена в соответствии с проектом.

31 декабря 1966 г. Ждановский радиус с семью станциями был пущен в эксплуатацию.

...Через несколько лет я рассказывал кому-то эту историю, к тому времени просто забавную для меня, и вдруг услышал:

– А провод-то один через несколько лет, действительно, оборвался и упал. Правда, обошлось...

Светлой памяти Сергей Николаевич Власов, главный инженер Главтоннельметростроя, любил говорить к случаю:

– Бумага – не палка, но иногда на нее и опереться можно.



ПАМЯТИ ЕВГЕНИЯ ВЛАДИМИРОВИЧА ЩЕКУДОВА



Евгений Владимирович Щекудов окончил Московский государственный автомобильно-дорожный институт в 1998 г. по специальнос-

10 мая 2018 г. на 42-м году жизни скоропостижно скончался директор филиала АО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены», кандидат технических наук, доцент Евгений Владимирович Щекудов.

ти инженер-строитель. Был принят на работу в филиал АО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены» на должность инженера (1998 г.), затем младшего научного сотрудника (2000 г).

В 2000–2003 гг. Евгений Владимирович – аспирант Московского государственного автомобильно-дорожного института.

Работал в НИЦ ТМ в должности научного сотрудника (2003), старшего научного сотрудника (2004), заведующего лабораторией горного давления и норм расчета (2006).

В 2008 г. Евгений Владимирович назначен на должность заместителя директора по научной работе Филиала АО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены». С 2011 г. он был директором Филиала.

В 2007 г. был награжден Дипломом лауреата Всероссийского конкурса «Инженер

года» 2006 по версии «Инженерное искусство молодых», в 2015 г. – почетной грамотой ИК «Главстрой» в связи с 80-летием со дня образования «Научно-исследовательского института транспортного строительства».

Ушел из жизни известный специалист и организатор научных исследований в области метро- и тоннелестроения страны, прекрасный Человек, общения с которым нам очень будет не хватать.

Выражая глубокие соболезнования семье и близким Евгения Владимировича, уверены, что память о нем сохранится в его работах, в наших сердцах и делах.

*Правление Тоннельной ассоциации России,
друзья и соратники*

ПАМЯТИ МИХАИЛА ВИКТОРОВИЧА КОРНИЛКОВА



Михаил Викторович Корнилов – горный инженер-шахтостроитель, доктор технических наук, профессор, действительный член Академии горных наук. Награжден золотым знаком «Горняк России», знаком «Шахтерская слава», почетный работник высшего профессионального образования РФ.

Родился Михаил Викторович 23 января 1959 г. в г. Свердловске. Вся его деятельность

29 марта 2018 г. на 61-м году жизни скоропостижно скончался видный ученый в области подземного строительства, председатель Уральского отделения Тоннельной ассоциации России, главный редактор Известий вузов Горного журнала, заведующий кафедрой шахтного строительства Уральского государственного горного университета Михаил Викторович Корнилов.

связана с Уральским государственным горным университетом (УГГУ), начиная с периода обучения – 1974–1979 гг. После окончания с отличием университета М. В. Корнилов работал на кафедре шахтного строительства УГГУ в должностях младшего научного сотрудника, аспиранта, доцента, профессора кафедры и ее заведующего. За время работы в УГГУ он плодотворно выполнял обязанности заместителя декана горного факультета, заведующего кафедрой (с 1996 г), директора Института дополнительного профессионального образования (2002–2007), директора Уральского центра диагностики строительных конструкций, проректора по научной работе УГГУ (2007–2008).

В 1987 г. М. В. Корнилов защитил кандидатскую диссертацию на тему «Разработка способов крепления горизонтальных выработок при нисходящей слоевой выемке с твердеющей закладкой» и 1999 г. – докторскую на тему «Управление напряженно-де-

формированным состоянием рамных крепей». Он являлся видным ученым в области шахтного и подземного строительства. Им опубликовано более 300 научных и учебно-методических работ. Являясь председателем Уральского отделения Тоннельной ассоциации России, он организовывал и руководил международными научными конференциями «Проектирование, строительство и эксплуатация комплексов подземных сооружений».

Ушел из жизни еще полный сил и творческой энергии крупный специалист, искренний и доброжелательный коллега, учитель и друг – Михаил Викторович Корнилов.

Выражаем искренние соболезнования родным и близким Михаила Викторовича.

Сотрудники Уральского горного университета, редакция журнала «Известия вузов. Горный журнал»

Правление Тоннельной ассоциации России

ПАМЯТИ ВЛАДИМИРА ИВАНОВИЧА ИВАНЧИКОВА



Трудовой путь Владимира Ивановича начался в 1975 г. после окончания Воронежского инженерно-строительного института и поступления на работу в Государственный союзный проектный институт Минсредмаша СССР в Москве. Здесь он занимался проектированием жилых и промышленных объектов в городах Москве, Дубне, Обнинске и др.

В 1983 г. он был переведен на работу в Промышленно-транспортный отдел Сокольнического РК КПСС, где вплоть до 1988 г. куриро-

30 апреля 2018 г. на 67-м году жизни скончался Первый заместитель председателя правления – руководитель Исполнительной дирекции Тоннельной ассоциации России Владимир Иванович Иванчиков.

вал вопросы строительства. В эти годы при его непосредственном участии построен комплекс зданий Международных банков, здание Главного вычислительного центра МПС и ряд других объектов в Москве.

В период с 1988 по 1996 г. В. И. Иванчиков работал на руководящих должностях в Государственном проектно-институте Гипроторга и научно-консультативной внедренческой фирме СОНКОФ.

С 1996 г. Владимир Иванович переходит на работу в Управление Московского метрополитена, где до ухода на пенсию в 2016 г. работает в должностях заместителя главного инженера, заместителя начальника метрополитена – начальника Дирекции строящегося метрополитена. За этот период при его непосредственном участии построены и сданы в эксплуатацию перегоны и станции «Улица Академика Янгеля», «Аннино», «Бульвар Дмитрия Донского», Бутовская линия со станциями «Улица Старокачаловская», «Улица Скобелевская», «Бульвар Адмирала Ушакова», «Улица Горчакова», «Бунинская аллея», станции «Строгино», «Мякинино», «Волоколамская»,

«Митино», «Парк Победы», «Деловой центр», «Международная» и ряд других.

Он принимал активное участие в мероприятиях по закупке и вводу в эксплуатацию проходческого комплекса фирмы «Ловат». В составе правительственных делегаций принимал участие в переговорах по проектированию и строительству метрополитенов в зарубежных странах.

С марта 2017 г. и вплоть до своей кончины В. И. Иванчиков работал в Тоннельной ассоциации России в должности Первого заместителя председателя правления – руководителя Исполнительной дирекции, где проводил большую работу, направленную на всемерное содействие продвижению достижений научно-технического прогресса в подземное строительство, развитию связей с научной и инженерно-технической общественностью зарубежных стран.

Тоннельная ассоциация России глубоко скорбит о безвременной кончине Владимира Ивановича Иванчикова и выражает искренние соболезнования его родным и близким.

Правление Тоннельной ассоциации России