

Журнал
Тоннельной ассоциации России

Председатель редакционной коллегии

С. Г. Елгаев, доктор техн. наук

Зам. председателя редакционной коллегии

В. М. Абрамсон, канд. экон. наук
И. Я. Дорман, доктор техн. наук

Ответственный секретарь

В. В. Внутских

Редакционная коллегия

В. П. Абрамчук
В. В. Адушкин, академик РАН
В. Н. Александров
М. Ю. Беленький
А. Ю. Бочкарев, канд. экон. наук
Н. Н. Бычков, доктор техн. наук
С. А. Жуков
А. М. Земельман
Б. А. Картозия, доктор техн. наук
Е. Н. Курбачкий, доктор техн. наук
С. В. Мазеин, доктор техн. наук
И. В. Маковский, канд. техн. наук
Ю. Н. Малышев, академик РАН
Н. Н. Мельников, академик РАН
В. Е. Меркин, доктор техн. наук
М. М. Рахимов, канд. техн. наук
Б. И. Федунец, доктор техн. наук
Т. В. Шелитько, доктор техн. наук
Е. В. Щекудов, канд. техн. наук
Ш. К. Эфендиев, председатель
ТА Азербайджана

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

№ 1 2018

Проектирование

К вопросу о сооружении пересадочного узла
из трех станций «Адмиралтейская» **2**

Н. И. Кулагин, Л. Е. Стеклов

Метрополитены

Метрополитен в России как объект
подземной инфраструктуры и подход
к определению его конечной стоимости **4**

Е. В. Щекудов, В. А. Гарбер

Особенности эксплуатации стволов шахтной
вентиляции в условиях Петербургского метрополитена **8**

Д. Л. Бурин

Гидроизоляция

Особенности технологии ремонтных работ
при восстановлении водонепроницаемости
двухслойных бетонных и железобетонных
тоннельных обделок, возведенных закрытым способом **14**

Т. Е. Кобидзе, Д. С. Конюхов

Геотехнический мониторинг

Результаты выполнения комплексной программы
совершенствования технологии сооружения
и постоянных конструкций Петербургского метрополитена **18**

К. П. Безродный, М. О. Лебедев, А. Ю. Старков

Конкурс

Итоги XVIII Всероссийского конкурса «Инженер года-2017» **25**

Терминология

Тоннель или туннель? Как правильно пишется это слово **26**

В. В. Космин, А. А. Космина

Железнодорожные тоннели

Железнодорожный тоннель на 106–107 км
участка Артышта – Томусинская
Западно-Сибирской железной дороги **28**

В. И. Карасев, В. Г. Лозин

О некоторых вопросах по обеспечению безопасности
людей в действующих железнодорожных тоннелях **32**

А. Н. Филимонов

Освоение подземного пространства

Современные комплексы VSM
фирмы «Херренкнехт АГ» (Германия) для сооружения
вертикальных стволов автоматизированных парковок **34**

Ю. Е. Соломатин

О тоннелях и тоннельщиках

Как меня выбирали начальником **38**

В. З. Коган

СОДЕРЖАНИЕ



ФОТО НА ОБЛОЖКЕ

Северомуйский тоннель.
Эвакуационная сбойка
Фото: А. Попов
(с. 32)

К ВОПРОСУ О СООРУЖЕНИИ ПЕРЕСАДОЧНОГО УЗЛА ИЗ ТРЕХ СТАНЦИЙ «АДМИРАЛТЕЙСКАЯ»

Н. И. Кулагин, советник генерального директора, д. т. н., НИПИИ «Ленметрогипротранс»

Л. Е. Стеклов, инженер, НИПИИ «Ленметрогипротранс»

Утвержденная правительством схема развития метрополитена предусматривает строительство многих новых станций и, в том числе, пересадочных узлов. В частности, узла в районе станции «Адмиралтейская», где пересекаются сразу три линии. Одна из них, Невско-Василеостровская, не имеет здесь построенной станции. Авторы считают необходимым заранее проработать конструктив этого пересадочного узла, состоящего из трех станций.

В проекте Невско-Василеостровской линии на участке станций «Василеостровская» – «Площадь Александра Невского», на перегоне «Гостиный двор» – «Василеостровская» была запроектирована станция «Адмиралтейская». Однако при проведении экспертизы Госстроем СССР, эта станция была изъята из утвержденного проекта в целях экономии средств. Таким образом, указанная станция не была построена, но проектировщики оставили возможность ее сооружения, предусмотрев в этом месте трассы соответствующее межпутное расстояние, в плане – прямой участок и в профиле, как полагается на станции – на уклоне 3-тысячных. В связи с этим обстоятельством длина перегона «Гостиный двор» – «Василеостровская» зна-

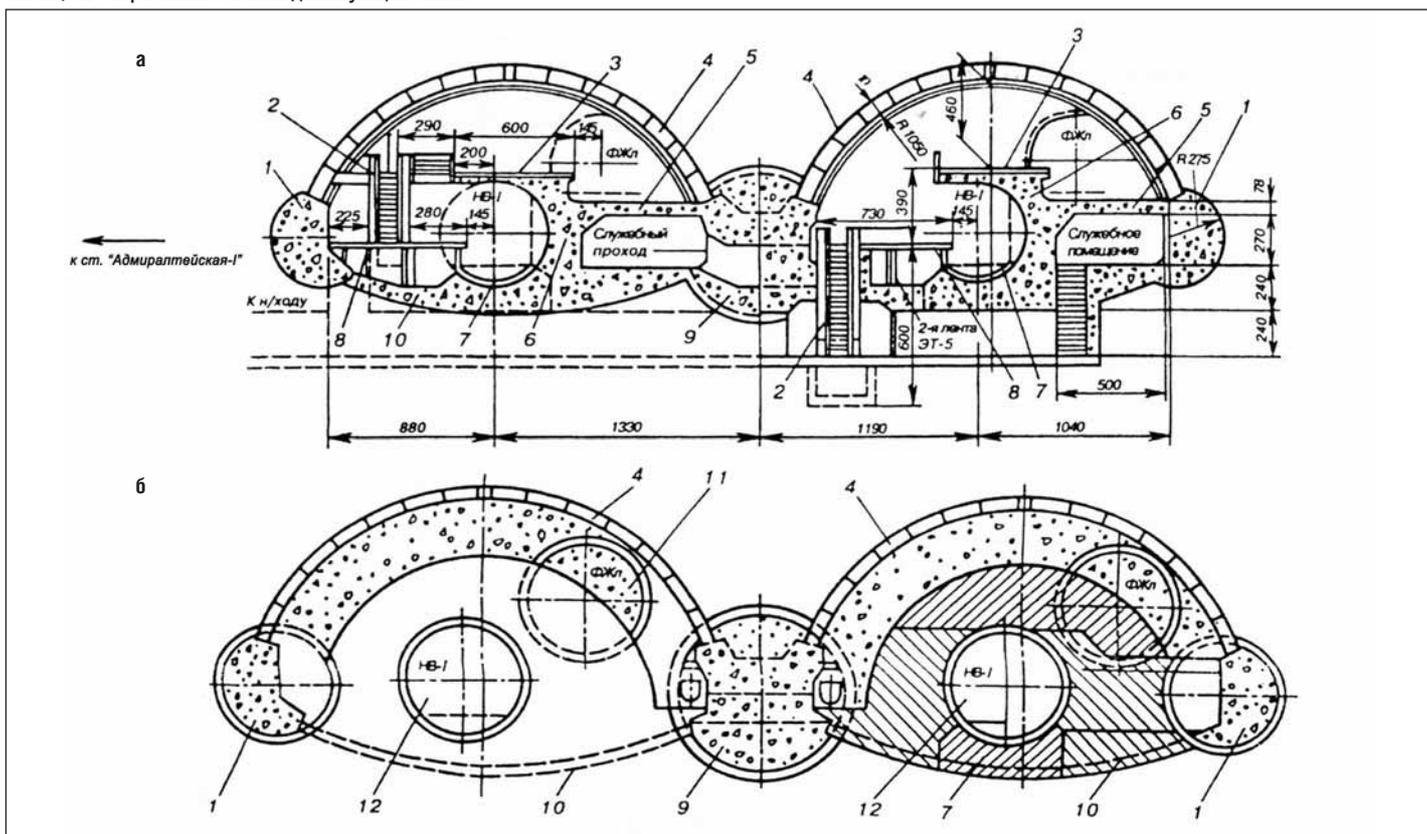
чительно превышает нормативную и составляет 3,2 км, что создает определенные сложности в эксплуатации.

Далее, при строительстве перегона между станциями «Садовая» и «Спортивная» на проектном месте были сооружены конструкции станции «Адмиралтейская». Сооружены, как говорится, «вчерне», без отделки и монтажа оборудования, а также без наклонного эскалаторного тоннеля. Несколько лет станцию «Адмиралтейская» поезда проследовали «на проход», а город окончательно определялся с местоположением вестибюля этой станции. Лишь в декабре 2011 г. Метрострой, освоив новые технологии проходки наклонного хода, ввел станцию «Адмиралтейская» в эксплуатацию.

Теперь следует решать вторую задачу: строительство станции «Адмиралтейская II-III» на Невско-Василеостровской линии, не прерывая эксплуатации «Адмиралтейской», а также пересадочного узла между этими станциями.

По схеме развития сети Петербургского метрополитена, утвержденной Постановлением правительства города 28.06.2011 г. (с изменением от 16.11.2013 г.), в будущем планируется строительство так называемой Адмиралтейско-Охтинской линии, проходящей через район начала Невского проспекта. На этой линии, рядом с существующей «Адмиралтейской», запланировано возведение еще одной новой станции. Конечно, нужно построить здесь пересадочный узел,

Рис. 1. Двухсводчатая станция, сооружаемая на действующем перегоне без перерыва движения: а – конструкция; б – этапы строительства; 1 – боковые опоры; 2 – междуэтажный эскалатор; 3 – платформа верхнего яруса; 4 – верхний свод блоков; 5 – основание путей верхнего яруса; 6 – монолитная опора верхнего яруса; 7 – основание путей нижнего яруса; 8 – платформа нижнего яруса; 9 – совмещенная опора; 10 – монолитный обратный свод; 11 – перегонный тоннель строящейся линии; 12 – перегонный тоннель действующей линии



который связал бы все три станции, включая и непосредственную пока станцию на Невско-Василеостровской линии!

Предварительные проработки в институте «Ленметрогипротранс» показали, что такое принципиальное решение возможно. Предлагается, не прерывая движения поездов (при сниженной скорости поездов в пределах будущей станции), построить над тоннелями объединенную пересадочную 2-этажную станцию на Невско-Василеостровской и Адмиралтейско-Охтинской линиях.

Конструкция такой станции была проработана в Ленметрогипротрансе еще в 1980-х гг. Ее приоритет закреплен авторским свидетельством СССР от 1985 г. Конструктивно станция базируется на освоенных Метростроем технологиях и элементах конструкций. Конечно, решение это непростое, достаточно трудоемкое, строительство длительное. Но оно позволяет в историческом центре Петербурга полностью решить проблему сложного пересадочного узла на три линии. Современное взаимное положение линий и станций в этом узле, грунтовые целики между ними (в плане и профиле) позволяют безопасно выполнить весь комплекс работ.

Проанализируем эту проблему по частям, ее составляющим.

1. Конечно, учитывая сложность проблемы, можно отказаться от строительства станции «Адмиралтейская» на Невско-Василеостровской линии, т. е. навсегда согласиться с ущербностью сети метрополитена города, на которой в месте пересечения различных линий нет станции и соответственно – пересадки пассажиров с линии на линию. Тогда пересадочный узел здесь будет построен из двух отдельных станций (существующей «Адмиралтейской-I» и новой «Адмиралтейской-II» на Адмиралтейско-Охтинской линии) с переходным коридором между ними.

2. Если же решиться на строительство станции «Адмиралтейская» без остановки движения поездов на Невско-Василеостровской линии, тогда можно реализовать предложенную Ленметрогипротрансом ранее в 1985 г. конструкцию и метод ее сооружения, о чем сказано выше, и чертеж которой представлен на рис. 1. Это конструкция объединенного пересадочного двухэтажного узла метрополитена, в котором в каждом из двух объемов под сводами из железобетонных блоков, обжатых в породу (по аналогии односводчатых станций типа «Площадь Мужества»), размещены пути и пассажирские платформы двух линий попутного направления. При этом нижний ярус отдан Невско-Василеостровской линии, верхний – Адмиралтейско-Охтинской. Ярусы соединены эскалаторами, лифтами и лестницами. Каждая «половинка» объединенной станции соединена с другой «половинкой» переходными тоннелями, сооруженными под обратными сводами этих конструкций, как это сделано на станции «Садовая». Сборные железобетонные своды опираются на железобетон-

ные опоры, сооруженные внутри пройденных тоннелей диаметром 5,5 м (двух боковых) и среднего диаметром 9,5 м, общего для левой и правой половины объединенной конструкции. Как элементы этой конструкции, так и методы строительства внедрены Ленметрогипротрансом и Метростроем на многих станциях Петербургского метрополитена, в т. ч. на двухэтажной «Спортивной».

3. Безопасность сооружения опор сборных сводов и собственно сводов над действующими тоннелями Невско-Василеостровской линии (с ограничением скорости движения поездов в пределах строящейся станции) обеспечивается имеющимися породными целиками из протерозойской глины. Данные инженерно-геологических изысканий, выполненных при строительстве Невско-Василеостровской линии, показали, что над шельгой сводов этого узла мощность плотных протерозойских глин составляет 12 м (со стороны станции «Гостинный двор») и уменьшается до 6 м к другому торцу станции, со стороны р. Невы. Для сравнения: первая односводчатая станция «Площадь Мужества» строилась при толще протерозоя над шельгой свода 10 м.

4. Данная конструкция пересадочного узла предусматривает примыкание тоннелей Адмиралтейско-Охтинской линии на верхний уровень, причем трасса их (и путей на станции) должна быть строго параллельна трассе Невско-Василеостровской линии, а уклон в сторону р. Невы 3 ‰. Для возможности такого решения тоннели Адмиралтейско-Охтинской линии должны подойти со стороны ст. «Театральная-II» (с запада) по дуге радиусом около 350 м и не выйти из толщи протерозойских глин, кровля которых круто снижается по направлению к руслу Невы. Этот элемент геологии нужно еще дополнительно проверить. При этом вынужденная петля трассы в плане вызывает удлинение Адмиралтейско-Охтинской линии на перегоне от ст. «Театральная-II» примерно на 200 м.

5. Предлагается следующая очередность работ по возведению этого объединенного пересадочного узла:

- от ствола (местоположение которого и стройплощадки у него уже является само по себе трудным вопросом для этого района города) проходит подходной тоннель в уровне тоннеля Адмиралтейско-Охтинской линии к торцу пересадочного узла со стороны станции «Невский проспект»;
- из него сооружается поперечная штольня над левой и правой частью пересадочного узла длиной около 50 м;
- из нее проходятся как бы «мини-штольи» по оси двух боковых и среднего тоннелей для опор сводов и организуются переподъемы;
- проходятся тоннели диаметром 5,5 и 9,5 м на всю длину станционного узла;
- в этих тоннелях бетонированы опоры сводов;
- сооружается криволинейная штольня в одной половине узла со стороны попереч-

ной штольни, в ней монтируется агрегат для разработки породы и монтажа сборного блочного свода;

- этим агрегатом проходит верхняя часть сечения станции на всю ее длину с монтажом свода и разжатием его в породу домкратами Фрейснью;

- аналогично проходит с монтажом свода вторая половина сечения пересадочного узла;

- под защитой сооруженных сводов последовательно (левого и правого) по частям разрабатывается заходками длиной 2–4 м вдоль станции грунт и бетонированы на разработанной длине (с использованием тоннеля Невско-Василеостровской линии в качестве опалубки (см. рис. 1)) стена, опирающаяся на нее часть платформы верхнего яруса и перекрытие под пути верхнего яруса. С особой осторожностью (возможно, только в ночные смены) разрабатывается грунт и бетонирована конструкция под замкнутой обделкой тоннеля Невско-Василеостровской линии;

- примерно так же, заходками, разрабатывается грунт по другую сторону от тоннеля Невско-Василеостровской линии и сооружается частями платформа нижнего яруса;

- работы по двум предыдущим пунктам повторяются и под вторым сводом пересадочного узла;

- осуществляется проходка эскалаторных тоннелей и стволов (по одному в каждом торце станционного узла);

- к верхней или нижней платформам в торце станции сооружаются пешеходные коридоры от наклонных эскалаторных тоннелей или от лифтового ствола;

- строительство завершается сооружением переходного коридора для пересадки на станцию «Адмиралтейская» Фрунзенско-Приморской линии (к ее камере пересадки).

Как видно из приведенных здесь обоснований, решить вопрос со строительством непосредственной ранее станции на Невско-Василеостровской линии, без перерыва движения поездов на ней, а также и всего пересадочного узла «Адмиралтейская I-II-III», исключительно сложно и, безусловно, на это потребуются более длительное время, чем на первый участок Адмиралтейско-Охтинской линии. Поэтому представляется целесообразным со стороны городских служб выделить эту проблему, ее проработку, в отдельный титул и заказать эту работу до выполнения обоснования инвестиций (ОИ) по первому участку Адмиралтейско-Охтинской линии метрополитена Санкт-Петербурга.

Ключевые слова

Пересадочная станция, шельга свода, переходной тоннель.

Для связи с авторами

Кулагин Николай Иванович
lmgt@lenmetro.ru
Стеклов Леонид Евгеньевич
lmgt@lenmetro.ru



МЕТРОПОЛИТЕН В РОССИИ КАК ОБЪЕКТ ПОДЗЕМНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ И ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЕГО КОНЕЧНОЙ СТОИМОСТИ

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

В. А. Гарбер, д. т. н., Филиал АО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены»

В данной статье использованы материалы Всесоюзного совещания по развитию метрополитенов 21 сентября 2017 г. в г. Красноярске и материалы из Интернета.

Вопрос об определении фактической конечной стоимости метрополитенов с учётом стоимости строительства и последующей эксплуатации является актуальным для планирования развития метрополитенов в России.

Основные параметры метрополитенов в России

В настоящее время (2017 г.) в России действуют метрополитены в семи городах и один скоростной трамвай (метротрам).

В табл. 1 представлены основные характеристики этих объектов.

Из таблицы видно, что уровень развития систем метрополитена в различных крупных городах России отличается как количественно, так и по динамике строительства.

Помимо указанных в табл. 1 метрополитенов, в России находятся в различной стадии строительства и планирования метрополитены ещё в семи городах.

В табл. 2 приведены данные по метрополитенам в этих городах. Из нее видно, что во всех перспективных городах проектирование и строительство метрополитенов не ведётся, в основном по причине отсутствия финансирования.

Таблица 1

Метрополитен	Протяжённость, км	Линий	Станций	Пассажиропоток за 2014 г., млн человек	Год открытия
1. Московский	333,4	12	200	2451,3	1935
2. Петербургский	113,6	5	67	763,1	1955
3. Нижегородский	18,9	2	14	37,24	1985
4. Новосибирский	15,9	2	13	87,7	1986
5. Самарский	12,7	1	10	16,3	1987
6. Екатеринбургский	12,7	1	9	51,94	1991
7. Казанский	15,8	1	10	29,234	2005
Скоростной трамвай (метротрам)					
1. Волгоградский	17,3	1	22	~50	1984

Таблица 2

Название	Состояние	Статус
1. Омский	Метрополитен строился в 1995–2014 гг., сооружена единственная станция и метромост. Работы прекращены, перспектив возобновления не просматривается.	Строительство отменено
2. Челябинский	Строится с 1992 г. Открытие планируется после 2019 г.	Строится
3. Пермский	Первый официальный план Пермского метрополитена опубликован в 1982 г. Тогда же начались работы предварительного цикла. Строительство отложено на неопределённый срок.	Строительство отложено
4. Красноярский	Метрополитен строился в 1995–2011 гг. Работы прекращены, перспектив возобновления не просматривается.	Строительство прекращено до 2020 г.
5. Ростовский	Внесён в Генеральный план города в 2011 г., начаты предпроектные работы в 2013 г. Планируемый срок ввода в эксплуатацию первого этапа строительства был назначен на 2020 г. Однако фактически строительство было заморожено в 2015 г. после упразднения организации-заказчика и отмены конкурса на разработку проекта сооружений.	Проектирование отменено
6. Хабаровский	Идет проектирование с 1980-х гг. Строительство невозможно. Метро в Хабаровске отменено из-за сложной сети рек.	Строительство невозможно
7. Уфимский	Строительство сначала было одобрено, но затем отменено, в качестве альтернативы предложен скоростной трамвай.	Строительство отменено

Где же найти средства для строительства метрополитенов?

В проекте Федерального закона «О метрополитенах и других видах внеуличного транспорта», который сейчас рассматривается в Государственной Думе, записано, в частности, следующее.

Статья 18. Развитие внеуличного транспорта

2. В целях привлечения внебюджетных источников для развития внеуличного транспорта могут заключаться концессионные соглашения в порядке, определяемом законодательством Российской Федерации, а также соглашения о государственно-частном партнерстве в иных формах, установленных в соответствии с законодательством субъектов Российской Федерации.

Статья 6. Эксплуатация внеуличного транспорта

2. Порядок эксплуатации метрополитенов устанавливается правилами технической эксплуатации метрополитенов, утверждаемыми федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим государственную политику в сфере городского пассажирского транспорта.

Таким образом, данный Закон предусматривает возможность государственно-частного партнерства при строительстве метрополитенов.

Практика показала, что такое партнерство уже имеет место. Так, в Москве строительство станции «Мякинино» Арбатско-Покровской линии осуществлялось за инвесторские средства, а не за государственные.

Это оказалось выгодно как государству, которое сэкономило бюджетные средства, выделенные на этот объект, так и инвестору, который в настоящее время получает прибыль от многофункционального центра, в состав которого входит и вестибюль станции «Мякинино».

Этот пример доказывает, что стоимость всего объекта (в данном случае вестибюль станции «Мякинино» и МФЦ частного инвестора) складывается как из стоимости объекта метрополитена, так и из стоимости МФЦ. Таким образом, экономятся государственные бюджетные средства.

Сколько стоит строительство станционных комплексов метрополитена в городах России

В табл. 3 приведена фактическая стоимость строительства станционных комплексов. Из нее видно, что несмотря на то, что стоимость указана в ценах различных экономических периодов, строительство метрополитена является весьма затратным делом, а поскольку метрополитены являются жизненно необходимыми для крупных городов, то надо искать пути к финансированию этих объектов.

Что же делать?

1. Учитывать стоимость жизненного цикла объектов, от изысканий, проектирования, строительства до эксплуатации и последующей ликвидации.

В СП 120.13330.2012 «Метрополитены. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003»

записано, что срок службы всех сооружений метрополитена составляет не менее 100 лет.

Отсюда следует, что в сметной документации на строительство метрополитена, а также при определении технико-экономической эффективности строительства следует учитывать затраты не только на изыскания, проектирование и строительство объекта метро, но и затраты на его эксплуатацию.

Практика показывает, что эксплуатационные расходы вполне сопоставимы с затратами на строительство, а в некоторых случаях (при особо неблагоприятных условиях существования объекта) даже и превосходят их.

В этом случае существующий порядок определения сроков окупаемости объектов метрополитена (или технико-экономической эффективности) не отвечает действительности, так как не учитывает фактические возможные эксплуатационные расходы.

2. Учитывать стоимость высвобождаемых за счет строительства подземных объектов земель, на которых возможно строительство наземных объектов.

В СП 120.13330.2012 «Метрополитены» введены следующие понятия:

- охранная зона: участок городской территории, расположенный над действующим подземным сооружением метрополитена и в непосредственной близости от него, возможность использования которого для нового строительства, прокладки дорог, коммуникаций, бурения скважин и т. п. должна согласовываться с администрацией метрополитена;
- техническая зона для строительства: городская территория, отводимая в соответствии с генеральным планом развития города для последующего строительства участков линии метрополитена открытым способом, для размещения электродепо и других наземных сооружений, а также строительных площадок при строительстве объектов метрополитена закрытым способом;
- техническая зона для эксплуатации: свободный участок городской территории, непосредственно примыкающий к объекту метрополитена и используемый для обеспечения нормального функционирования объекта (входа и выхода пассажиров, размещения ремонтных машин, оборудования и материалов в период ремонтных работ).

Таким образом, в СП узаконены понятия охранных и технических зон метрополитена, на которых любое строительство возможно только по согласованию с метрополитеном.

Основываясь на указанных положениях, при составлении сметной документации на строительство новых объектов метрополитена возможно учитывать стоимость этих земельных участков, поскольку метрополитен, давая разрешение на строительство городских объектов в этих зонах, может потребовать плату за использование указанных участков технических зон.

3. Учитывать минимизацию негативного воздействия на экологическую обстановку объекта.

В указанном выше СП 120.13330.2012 введен раздел 5.1.3 «Инженерно-экологические изыскания (ИЭИ)».

В этом разделе подробно приведены необходимые мероприятия по защите окружающей среды при строительстве объектов метрополитена с целью предотвращения, снижения или ликвидации неблагоприятных экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий.

Кроме того, в указанное СП включены разделы по защите городских сооружений от воздействия различных факторов, связанных со строительством объектов метрополитена.

В сметы на строительство метрополитена, соответственно, включаются все затраты на указанные защитные мероприятия.

Таким образом, затраты по разделу «Охрана окружающей среды» существенно влияют на общую стоимость строительства, а минимизация этих затрат снизит общую стоимость.

4. Создание более комфортных условий проживания на осваиваемых и плотно застроенных территориях.

В разделе «Общие положения» СП 120.13330.2012, в числе прочего, записано следующее.

Метрополитены в соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации относятся к особо опасным и технически сложным объектам, при проектировании, строительстве и реконструкции которых следует предусматривать:

- технические средства, объемно-планировочные решения подземных сооружений и условия эксплуатации, обеспечивающие пожарную безопасность и безопасность движения поездов, безопасность пассажиров при нахождении помещениях станционных комплексов и в подвижном составе;
- технические решения, обеспечивающие безаварийный процесс строительства и эксплуатации сооружений метрополитена, а также прилегающих к ним подземных и наземных объектов;
- мероприятия по охране окружающей среды, памятников истории и культуры;
- мероприятия, обеспечивающие необходимый уровень доступности зданий и сооружений, связанных с перевозкой пассажиров всех категорий.

Таким образом, на нормативном уровне регламентирована необходимость создания более комфортных условий проживания населения в зонах строительства метрополитенов.

Такой подход в настоящее время, в частности, осуществляется при прокладке новых линий метро в Новой Москве при строительстве линий метрополитена мелкого заложения, а также при строительстве линий глубокого заложения в центральной части города Москвы.

5. Высвобождение территорий под зеленые насаждения.

В соответствии с указанным СП, при изысканиях и проектировании новых линий метрополитена в состав технического задания может быть включено изучение растительности и животного мира.

Таблица 3

Стоимость строительства станционных комплексов метрополитена

Название станции	Тип станции	Город, годы строительства (очередь строительства)	Стоимость, млн руб.	Примечание
«Динамо»	Пилонная с чугунной обделкой	Москва 1936–1938 гг. (2-я очередь)	6,3	В ценах до реформы 1947 г.
«Новокузнецкая»	Пилонная с чугунной обделкой	Москва 1938–1944 гг. (3-я очередь)	56,0	В ценах до реформы 1947 г.
«Электрозаводская»	Пилонная с чугунной обделкой	Москва 1938–1944 гг. (3-я очередь)	66,0	В ценах до реформы 1947 г.
«Таганская» Кольцевая	Пилонная с чугунной обделкой	Москва 1944–1952 гг. (4-я очередь)	58,2	В ценах 1947 г.
«Краснопресненская» Кольцевая	Пилонная с чугунной обделкой	Москва 1944–1952 гг. (4-я очередь)	50,5	В ценах 1947 г.
Станция пятой очереди	Пилонная с чугунной обделкой	Москва 1953–1960 гг. (5-я очередь)	47,1	В ценах 1947 г.
Станция шестой очереди	Пилонная с чугунной обделкой	Москва 1961–1990 гг. (6-я, 7-я, 8-я очереди)	54,4	В ценах 1961 г.
Станции в метрополитенах других городов России	Пилонная с чугунной обделкой (длиной 120 м)	Другие города СССР	40,7	В ценах 1961 г.
Станции в метрополитенах других городов России	Пилонная с чугунной обделкой (длиной 100 м)	Другие города СССР	33,9	В ценах 1961 г.
Станция закрытого способа работ с островной платформой (без боковых посадочных платформ)	Одноводчатая станция глубокого заложения	Москва, Екатеринбург	24,7	В ценах 1961 г.
Станции закрытого способа работ индивидуального типа	Ст. «Маяковская» колонного типа	Москва 1938–1944 гг.	50,1	В ценах до реформы 1947 г.
Станции закрытого способа работ индивидуального типа	Ст. «Комсомольская» Кольцевая колонного типа	Москва 1953–1960 гг.	59,9	В ценах 1947 г.
Станции закрытого способа работ индивидуального типа	Ст. «Курская» Кольцевая колонного типа	Москва 1953–1960 гг.	54,6	В ценах 1947 г.
Станции закрытого способа работ индивидуального типа	Ст. «Киевская» Кольцевая колонного типа	Москва 1953–1960 гг.	45,2	В ценах 1947 г.
«Аэропорт»	Одноводчатая станция открытого способа работ	Москва 1936–1938 гг.	13,4	В ценах до реформы 1947 г.
«Киевская» Филёвской линии	Колонная станция открытого способа работ	Москва 1936–1938 гг.	11,4	В ценах до реформы 1947 г.
«Автозаводская»	Двухпролетная колонная станция открытого способа работ	Москва 1938–1944 гг.	12,9	В ценах до реформы 1947 г.
«Измайловская»	Колонная станция открытого способа работ	Москва 1938–1944 гг.	28,1	В ценах до реформы 1947 г.
Станции открытого способа работ	Колонные станции	Москва 1944–1960 гг.	16,1	В ценах 1947 г.
Станции открытого способа работ в других городах России	Колонная станция длиной 120 м	После 1960 г.	13,5	В ценах 1961 г.
Станции открытого способа работ в других городах России	Колонная станция длиной 100 м	После 1960 г.	12,1	В ценах 1961 г.
Наземные станции	Станция с боковыми платформами	Москва	2,61	В ценах 1961 г.
Наземные станции	Станция с островной платформой	Москва и другие города России	2,71	В ценах 1961 г.

При этом ширину технической зоны за пределами ограждений наземных участков линий и других наземных сооружений для устройства проездов принимают не менее 4 м.

Следует иметь в виду, что отказ от сооружения участков мелкого заложения и, особенно, от участков наземного метрополитена в пользу метрополитенов закрытого

способа работ дает возможность высвободить городские территории для высадки зеленых насаждений, что следует учитывать при проектировании новых участков метрополитена.

Заключение

В данной статье указан реалистический подход к реализации возможности массово-

го строительства метрополитенов в крупных городах России в данной непростой экономической ситуации государства.

Для связи с авторами

Щекудов Евгений Владимирович
ShchekudovEV@tsniis.com
Гарбер Владимир Александрович
GarberVA@tsniis.com





ASSOCIATION
INTERNATIONALE DES TRAVAILUX
EN SOUTERRAIN
AITES

ITA
INTERNATIONAL
TUNNELLING
ASSOCIATION

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Тоннельная ассоциация России информирует вас о том, что с 20 по 26 апреля 2018 г. в г. Дубай (ОАЭ) состоится Международный тоннельный конгресс-2018 и 44-я Генеральная ассамблея Международной Тоннельной ассоциации.

Организаторы: Международная Тоннельная ассоциация и Ассоциация и Общество инженеров-UAEis (www.wtc2018.ae).

Тема Конгресса-2018: «Роль подземного пространства для будущего устойчивого развития городов».

Место проведения конгресса: Всемирный торговый центр Дубая DWTC.

Программа

22 апреля, воскресенье

09:00 – 13:00 – Генеральная ассамблея (открытие)

18:00 – 21:00 – приветственный коктейль
(по приглашению)

23 апреля, понедельник

08:30 – 17:00 – регистрация

09:00 – 11:00 – церемония открытия Конгресса

11:00 – 13:00 – доклады

13:00 – 14:00 – обед

14:00 – 17:00 – доклады, технические сессии

09:00 – 12:00 – открытая сессия

13:00 – 14:00 – обед

14:00 – 17:00 – доклады, технические сессии

25 апреля, среда

09:00 – 13:00 – доклады, технические сессии

13:00 – 14:00 – обед

14:00 – 17:00 – доклады, технические сессии

14:00 – 17:00 – Генеральная ассамблея,
церемония закрытия Конгресса

19:00 – 22:00 – банкет Конгресса

24 апреля, вторник

09:00 – 13:00 – регистрация

26 апреля, четверг

Технические экскурсии

Приглашаем принять участие в Конгрессе!



ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТВОЛОВ ШАХТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В УСЛОВИЯХ ПЕТЕРБУРГСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Д. Л. Бурин, начальник службы тоннельных сооружений ГУП «Петербургский метрополитен»

Метрополитен Санкт-Петербурга, открывшийся для пассажиров 15 ноября 1955 г., является вторым по старшинству и величине в Российской Федерации, а также самым глубоким в мире по средней глубине залегания станций.

В таких условиях важной задачей является создание нормальных условий воздушной среды и микроклимата в тоннельных сооружениях. Эти вопросы решает вентиляция линий метрополитена, которая в большинстве случаев бывает с искусственным побуждением и только в некоторых случаях – с естественным.

Для метрополитенов тех городов, где средняя температура самого холодного месяца ниже 0 °С (а к таким городам относится Санкт-Петербург), существуют два режима вентиляции – зимний (вентиляционные установки, расположенные на перегонах, работают на приток) и летний (вентиляционные установки на станциях – на вытяжку). Подача воздуха к вентиляционным установкам осуществляется через вентиляционные сооружения. На линиях глубокого заложения от вентиляционного киоска, расположенного на поверхности, воздух проходит через шахтный ствол и далее через вентиляционный тоннель нижнего вентиляционного узла (НВУ) к перегонным тоннелям или на станцию.

Следует отметить, что подавляющее большинство стволов шахтной вентиляции на Петербургском метрополитене имеют значительную глубину (до 60–90 м) и пройдены в слабых обводненных четвертичных отложениях.

Другая, не менее острая проблема, связанная с эксплуатационной надежностью обделки стволов вентиляционных шахт это

промерзание обделки в зимний период, когда температура наружного воздуха опускается ниже –20 °С. Стволы шахтной вентиляции только в течение одного зимнего периода многократно испытывают промерзание и оттаивание обделки. В таких условиях знакопеременного температурного режима происходит поочередное промерзание и оттаивание грунтов и воды в заобделочном пространстве, а обделка подвергается значительным дополнительным нагрузкам и деформациям. С течением времени возникает значительный износ конструкций обделки, вплоть до разрушения и поступления через нарушенные участки воды и грунтовых масс.

Дистанции тоннельных сооружений

С учетом организации хозяйственной деятельности на метрополитене Санкт-Петербурга, обслуживание сооружений на пяти линиях метрополитена осуществляется четырьмя дистанциями тоннельных сооружений. Распределение 123 стволов шахтной вентиляции среди эксплуатационных подразделений службы тоннельных сооруже-

ний, а также сведения о среднем сроке эксплуатации сооружений приведены в табл.

Гидроизоляция обделки шахтных стволов

Геологические условия Санкт-Петербурга в целом, с точки зрения размещения в грунтовом массиве подземных сооружений относятся к категории неблагоприятных. Для условий города характерным является наличие в верхней части геологического разреза мощной (до 30–50 м) толщи водонасыщенных и неустойчивых четвертичных отложений, под которыми располагаются устойчивые протерозойские глины. Максимальная мощность толщи четвертичных отложений имеет место в центральной и северной части города. По направлению от центра города к южной его части характерным является уменьшение толщи четвертичных отложений. Соответственно, перегонные тоннели метрополитена по возможности размещены в толще устойчивых протерозойских отложений, как правило, находящихся на значительной глубине.

Ствол вентиляционной шахты, исходя из своего назначения, неизбежно пересе-

Таблица

Количество шахт тоннельной вентиляции по дистанциям тоннельных сооружений со сроками эксплуатации

Средний срок эксплуатации шахты	Годы ввода в эксплуатацию	Дистанция № 1	Дистанция № 2	Дистанция № 3	Дистанция № 4	Итого	
0–10 лет	2008–2017				14	14	11,4 %
10–20 лет	1998–2007		2		9	11	8,9 %
20–30 лет	1988–1997		4	3	6	13	10,6 %
30–40 лет	1978–1987	4	6	13		23	18,7 %
40–50 лет	1968–1977	13	4	8		25	20,3 %
50–60 лет	1958–1967	5	12	4	1	22	17,9 %
>60 лет	1955–1957	15				15	12,2 %
	Итого	37	28	28	30	123	100 %



Рис. 1. Общий вид чугунной тюбинговой обделки ствола шахтной вентиляции

кает всю толщу четвертичных отложений, то есть наиболее неблагоприятные для расположения подземных сооружений грунты, и входит нижней своей частью в устойчивые, преимущественно сухие, протерозойские глины. В четвертичной толще зачастую присутствует несколько водоносных горизонтов, в том числе содержащих напорные или агрессивные по отношению к бетону и металлическим конструкциям воды.

В связи с имеющимися сложностями, возникающими при разработке грунтового массива на территории Санкт-Петербурга, основное предпочтение при сооружении шахтных стволов отдается специальным способам строительства, таким как замораживание грунтов.

С учетом геологических особенностей Санкт-Петербурга, особое внимание уделяется гидроизоляции подземных и заглубленных сооружений. Выбор материала строительных конструкций (монолитный бетон, монолитный и сборный железобетон, чугун и сталь), как правило, обусловлен условиями участка строительства и способом производства строительно-монтажных работ.

В качестве несущей и ограждающей конструкции стволов применяется, как правило, обделка кругового очертания – чугунная или сборная железобетонная, реже монолитная обделка. При этом на интервале колец, расположенных в четвертичных неустойчивых водоносных отложениях, как правило, применяется чугунная обделка (рис. 1), обладающая повышенными гидроизоляционными свойствами. Кольца нижней части стволов шахт, расположенные в толще устойчивых отложений, как правило, проектируются в сборной железобетонной (рис. 2) либо в монолитной железобетонной обделке (рис. 3).

Кольца чугунной обделки состоят из чугунных тюбингов, соединяемых при помощи болтовых связей. Через отверстия в тюбингах производится заполнение пустот между наружным контуром обделки и

внутренним контуром горной выработки тампонажным раствором, который является элементом системы гидроизоляции. Отверстия для нагнетания закрываются чугунными пробками. Стыки между тюбингами зачеканиваются свинцовым шнуром.

Элементы сборной железобетонной обделки также соединяются при помощи болтовых связей (применяются специальные асбобитумные шайбы, которые, разрушаясь при натяжке, обеспечивают заполнение внутренних зазоров между болтами и стенками отверстий вязким битумом). Отверстия для нагнетания заделываются цементным раствором. Стыки между тюбингами зачеканиваются цементным раствором.

Гидроизоляция монолитной обделки обеспечивается за счет сплошности монолитного бетона, а в случае применения многослойной монолитной обделки – ок-

леечной или обмазочной гидроизоляцией между слоями бетона.

Порядок содержания шахтных стволов

Порядок обслуживания искусственных сооружений Петербургского метрополитена, а также порядок ведения технической документации устанавливает Инструкция по содержанию искусственных сооружений Петербургского метрополитена, которая разработана в соответствии с требованиями Правил технической эксплуатации метрополитенов Российской Федерации. Требования инструкции распространяются на все искусственные сооружения Петербургского метрополитена и обязательны для работников, непосредственно их обслуживающих, а также руководителей структурных подразделений – владельцев искусственных сооружений.

Главной задачей ответственных лиц за содержание зданий и сооружений метро-



Рис. 2. Общий вид железобетонной тюбинговой обделки ствола шахтной вентиляции

Рис. 3. Общий вид монолитной железобетонной обделки ствола шахтной вентиляции





Рис. 4. Пример обледенения участка чугунной тубинговой обделки ствола шахтной вентиляции

политена является обеспечение исправного, работоспособного технического состояния искусственных сооружений, своевременное выявление дефектов, повреждений и осложнений, приводящих к снижению надежности, безопасности и эксплуатационной пригодности объекта, а также выполнение работ по приведению объекта в работоспособное техническое состояние. Эти лица обязаны детально знать состояние искусственных сооружений, изучать причины появляющихся в них дефектов, повреждений и осложнений, не только своевременно устранять неисправности, но и предупреждать их возникновение.

Основным организационным мероприятием, проводимым в процессе содержания объектов Петербургского метрополи-

тена, является надзор, а именно система осмотров, обследований и наблюдений. В процессе содержания искусственных сооружений Петербургского метрополитена осуществляются следующие виды надзора:

- постоянные осмотры;
- постоянные наблюдения;
- специальные осмотры;
- специальные наблюдения;
- обследования;
- мониторинг;
- надзор за искусственными сооружениями, нуждающимися в особом контроле;
- технический надзор за производством работ, выполняемых сторонними организациями;
- инспекторский надзор за техническими и охранными зонами метрополитена.

Для разработки мероприятий по ремонту стволов вентиляционных шахт выполняются технические обследования, включающие помимо сплошного визуального осмотра (в том числе с привлечением промышленных альпинистов) работы по анализу геологических и гидрогеологических особенностей грунтового массива, проведению испытаний образцов материала обделки, химическому и биологическому анализу грунтовых вод, проведению контрольных вскрытий обделки (методом бурения отверстий), анализу материалов, отобранных из заобделочного пространства. Комплексный подход к проведению обследования позволяет наиболее качественно осуществить подбор технологии и материалы, применяемые при ремонте.

На основании выполненного обследования делаются выводы о характере и причинах, вызвавших повреждения тоннельной обделки, формируются конкретные рекомендации по выполнению ре-

монта с указанием объемов проведения тех или иных работ, а также необходимых материалов.

Особенности содержания шахтных стволов

Стволы шахтной вентиляции сооружаются в достаточно сложных инженерно-геологических условиях, а в процессе эксплуатации возникают дефекты и повреждения, развитию которых способствуют многочисленные циклы воздействия значительных температур. Повышенная влажность в пространстве шахтного ствола негативно влияет на состояние лестничных отделений в стволе (интенсивная коррозия приводит к быстрому разрушению металлических элементов). Так из-за опасности неконтролируемого обрушения элементов лестничных отделений по ряду шахт Петербургского метрополитена было принято решение о демонтаже лестничных отделений.

На новых участках линий метрополитена большинство шахтных стволов не оборудуется лестничными отделениями, что постепенно увеличивает количество шахт, где выполнение визуального осмотра (надзора) в рамках эксплуатации невозможно.

Реальность настоящего времени такова, что устройство лестничных отделений в сечении ствола из материалов, устойчивых к коррозии, достаточно дорогостоящее мероприятие и, в этой связи, практически не реализуемое. При этом решение вопроса о необходимости осмотра сохраняется, и актуальность приобретает ряд вопросов:

- комплексное решение доступа к объекту вообще, а также в рамках проектирования работ по ремонту (реконструкции) эксплуатируемых объектов;
- реализация системы надзора при отсутствии доступа к объекту.

Если решение первого вопроса связано с финансированием работ, которое выделяется весьма ограниченно, то по второму во-

Рис. 5. Пример наличия протечек и образования высолов в монолитной железобетонной обделке ствола шахтной вентиляции



Рис. 6. Пример наличия трещин в спинке, ребрах и бортах тубинга чугунной обделки ствола шахтной вентиляции. Установлены маяки для контроля динамики раскрытия трещин



просу Петербургский метрополитен на данном этапе предпринимает меры по осмотрам обделки стволов шахтной вентиляции, не оборудованных лестничными отделениями, путем применения сил промышленных альпинистов.

Опыт содержания стволов вентиляционных шахт в период отрицательных температур наружного воздуха, с учетом дополнительного фактора работы вентиляционного оборудования на приток, показывает, что существует серьезная проблема обледенения несущей обделки. Это опасное явление ухудшает характеристики и качество конструкций, их прочность и долговечность. Кроме того, нависающая толща льда изнутри сооружения представляет собой при обрушении серьезную опасность для обслуживающего персонала (рис. 4). Также обледенение обделки и водопроявления через обделку приводят к следующим негативным последствиям:

- разрушение бетона жесткого основания сооружений НВУ;
- коррозия кабелей и других инженерных сетей в стволе;
- коррозия оборудования установленного в НВУ;
- увеличение водопритока в водопропускные сооружения.

Основными первопричинами обледенения являются наличие воды на контакте несущей обделки и грунтового массива и нарушения в конструкциях обделки (зазоры в болтовых соединениях, зазоры в пробках для нагнетания, трещины в тубингах, некачественная чеканка швов и т. д.), которые приводят к появлению водопроявлений. Указанные первопричины после каждого цикла «замерзания/оттаивания» приводят к увеличению водопритока из мест нарушений.

Другой причиной обледенения являются гидрогеологические условия, в которых производится строительство вентиляционного ствола.

Возникает вопрос – почему не выполнить ликвидацию водопроявления в кон-

кретном месте и тем самым не допустить дальнейшего развития дефекта на несущей обделке? Оперативной возможности устранения водопроявлений в стволе препятствуют следующие факторы.

- Отсутствие штатных средств подмащивания (полки, подъемники). В некоторых стволах имеются лестничные отделения, но расположены они в одном сегменте ствола, в некоторых стволах посередине ствола установлены несущие композитные конструкции для крепления кабельной продукции, в других стволах лестничные отделения отсутствуют, а следовательно, отсутствует доступ к обделке для ремонта вовсе.

- Необходимость соблюдения вентиляционных режимов для проветривания сооружений метрополитена.

- Выполнение работ возможно только в период постоянных положительных температур наружного воздуха (не менее +5 °С).

Среди характерных дефектов обделки стволов шахт тоннельной вентиляции следует выделить следующие основные типы:

- водопроявления (протечки, течи, высолы – рис. 5);
- трещины (рис. 6);
- сколы (повреждения) и отверстия в элементах обделки (рис. 7);
- деформация (в том числе смещения) и разрушения элементов обделки (рис. 8).

С гидрогеологической точки зрения водопроявления в обделке стволов шахт приурочены к трем основным уровням по глубине – к верховодке, к водонасыщенным прослоям в четвертичных отложениях, к напорным водам в четвертичных отложениях и протерозойских глинах.

Водопроявления в чугунной и сборной железобетонной обделке приурочены к стыкам между тубингами, к болтовым отверстиям и к отверстиям для нагнетания. Для монолитной обделки характерными местами водопроявлений являются холодные стыки между заходками бетонирования. В зависимости от степени разви-

тия дефекта водопроявление может быть представлено стадиями от слабого намочения в месте протечки, до изливания воды в виде струи, приводящего к увлажнению обделки на ниже расположенных участках.

Трещины в элементах чугунной обделки встречаются достаточно редко и, как правило, являются признаком силового воздействия на обделку со стороны грунтового массива. Трещины в сборных железобетонных тубингах помимо описанных выше причин, могут являться результатом коррозии и расширения арматурных стержней внутри бетона. В монолитной железобетонной обделке трещины могут возникать в стыках между заходками бетонирования (в холодных швах). Трещины являются дефектом, во многих случаях опасным для несущей способности элемента обделки. Зачастую трещины сопровождаются деформациями элементов.

Сколы материала обделки в чугунных тубингах в большинстве случаев являются результатом механических повреждений – при монтаже, транспортировке, эксплуатации, в частности, при сооружении или демонтаже внутренних конструкций устройства ствола. В некоторых случаях сколы чугунной обделки являются следствием деформаций (вызванных разными причинами) или результатом образования сети трещин, когда фрагмент обделки отделяется в результате образования замкнутой сети трещин.

Отверстия являются редко распространенным дефектом, характерным лишь для чугунных тубингов. Отверстия в большинстве случаев незначительны по размеру, малозаметны или незаметны при визуальном осмотре, и проявляются в виде протечек и/или высолов, расположенных в нехарактерных местах – в спинках тубингов, на стыке спинки тубинга и ребер/бортов. Дефекты в виде отверстий представляют опасность с точки зрения нарушения гидроизоляции обделки. При

Рис. 7. Пример наличия скола части радиального ребра тубинга чугунной обделки ствола шахтной вентиляции



Рис. 8. Пример наличия излома тубингов чугунной обделки ствола шахтной вентиляции со смещением внутрь ствола



этом устранение дефектов (заделка отверстий) представляет собой сложную техническую задачу. Как известно чугун с трудом поддается сварке. Таким образом заварить отверстия путем установки накладок в большинстве случаев не представляется возможным.

Смещение элементов обделки от проектного положения характерно преимущественно для чугунной обделки. Смещения выражаются в наличии уступов в кольцевых и радиальных стыках обделки и в большинстве случаев являются недоработками, допущенными при монтаже обделки. При строительстве ствола шахты в процессе сборки чугунных колец в ряде случаев допускается брак, выражающийся в непроектной установке элементов обделки (в установке тюбингов со смещением внутрь ствола или в сторону грунта). Невозможность установки тюбингов в проектное положение может вызываться некачественной разработкой грунта для установки болтовых связей. В этом случае соответствующие отверстия зачастую расверливаются до большего диаметра, либо же болтовые связи не устанавливаются вовсе. Чеканка стыков тюбингов при установке их со смещением также затруднена и выполняется некачественно или не выполняется вовсе. Таким образом, допущенный при строительстве брак при монтаже колец и тюбингов приводит к невозможности установки элементов гидроизоляции обделки. Как следствие, в местах имеющих смещений, уступов зачастую наблюдаются протечки. При этом, как показывают результаты наблюдений, величина уступа (смещения) не развивается со временем. Крайним проявлением горного давления при недостаточности несущей способности обделки является деформация элементов обделки, сопровождающаяся нарушением целостности тюбингов и их разрушением, и даже выпадением отдельных элементов из конструкции.

Факторы нарушения гидроизоляции

Факторы, приводящие к нарушению гидроизоляции строительных конструкций метрополитена, можно разделить на три взаимосвязанные группы:

- факторы, связанные с гидрогеологическими особенностями вмещающих грунтов;
- факторы, обусловленные конструктивными особенностями сооружений;
- прочие факторы, связанные с процессом эксплуатации, в том числе невозможность доступа к объекту в части контроля его состояния.

Основные причины возникновения характерных для шахтных стволов дефектов (перечень и описание см. выше)

1. Для водопроводов:
 - низкое качество строительно-монтажных работ (недостаточное натяжение болтовых связей, некачественная чеканка стыков);

- физический износ материала чеканки стыков;

- ослабление болтовых связей и пробок в отверстиях для нагнетания за счет коррозии и температурных знакопеременных воздействий;

- отверстия и трещины в элементах обделки, источником которых является производственный брак.

2. Трещины являются признаком силового воздействия на обделку со стороны грунтового массива. Также могут являться результатом коррозии и расширения арматурных стержней внутри железобетонных конструкций.

3. Сколы бетона в сборной железобетонной или монолитной железобетонной обделке являются результатом силовых воздействий на обделку, а также следствием коррозии арматуры внутри конструкции. Причиной образования подобных дефектов в чугунных тюбингах являются особенности процесса их литья, когда при отливке могут возникать скопления пузырьков воздуха, при твердении способствующих образованию несплошностей, мелких отверстий, каверн и трещин.

4. Возникновение смещений и деформаций в элементах обделки стволов шахт тоннельной вентиляции происходит при сочетании ряда негативных факторов и воздействий, таких как:

- ослабление элементов обделки и болтовых связей прочими дефектами;
- недостаточный учет горного и гидростатического давления при проектировании объекта;
- замораживание воды, расположенной в заобделочном пространстве, сопровождающееся увеличением в объеме.

Определяющим фактором в большинстве случаев является именно промораживание заобделочного пространства в периоды отрицательных температур, в котором в результате размывания тампонажного раствора образуются полости, заполненные водой. Как известно, вода при замерзании расширяется в объеме. С учетом наличия отпора грунта, а также с учетом его возможного промораживания, расширение реализуется в виде деформации обделки внутрь ствола. При этом для чугунных тюбингов происходит хрупкое разрушение с отделением отдельных фрагментов тюбинга и падением их внутрь ствола. Для сборной железобетонной обделки характер разрушения иной. Исходя из конструктивных особенностей, в случае деформации и смещения внутрь обделки тюбинга, происходит разрушение бетона в местах болтовых связей с раскалыванием бетона и изгибом болтов, деформация армирования. Крупные фрагменты железобетонных тюбингов, как правило, не отделяются и не падают в основание ствола, а сохраняют крепление к обделке. При этом в зоне произошедшей деформации зачастую существенно сни-

жается давление от расширяющегося льда на конструкцию. Естественно, процесс деформации сопровождается полной потерей гидроизоляционных свойств обделки в месте дефекта.

Заключение

С учетом длительности срока эксплуатации сооружений Петербургского метрополитена, наличием сложных инженерно-геологических условий, а также в связи с низкими средними температурами в зимние месяцы и возрастанием количества циклов замораживания и оттаивания, объем поврежденных обделки шахт со временем возрастает. Соответственно, объем средств, затраченных на финансирование работ по проектированию и выполнению ремонтов, также увеличивается. В этой связи актуальным является вопрос не только оптимизации расходов на проектные работы, но и вопрос, связанный с принятием решений по снижению негативного воздействия знакопеременных температур на обделку объектов в период эксплуатации.

Вместе с тем, важным является анализ опыта применения новых ремонтных материалов, позволяющих продлить сроки эксплуатации и межремонтного периода сооружений.

Перспективными направлениями необходимо считать применение конструкций, материалов и технологий при новом строительстве и ремонте, которые позволят снизить уровень воздействия низких температур на обделку стволов шахтной вентиляции. Проблема промерзания обделки стволов обсуждалась на собраниях руководителей метрополитенов РФ и сопредельных государств, была признана актуальной и нашла положительный отзыв в части необходимости проработки вопросов утепления стволов.

Пути решения данного вопроса прорабатываются специалистами предприятий в области промышленной вентиляции и микроклимата, вузами Санкт-Петербурга и специалистами ГУП «Петербургский метрополитен». В частности, планируется проработка вариантов «утепления» обделки эксплуатируемых на Петербургском метрополитене стволов шахтной вентиляции путем разработки и опытной эксплуатации защитных (теплоизолирующих) материалов.

Ключевые слова

Эксплуатационная надежность обделки вентиляционных стволов, геологические условия Санкт-Петербурга, содержание зданий и сооружений метрополитена, обледенение несущей обделки, нарушение гидроизоляции строительных конструкций, утепление обделки стволов шахтной вентиляции.

Для связи с автором

Бурин Дмитрий Леонидович
Burin.D@ton.metro.spb.ru





ВСЯ ЖИЗНЬ – СЛУЖЕНИЕ ТРАНСПОРТНОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ РОССИИ

Памяти Олега Николаевича Макарова – основателя и первого председателя правления Тоннельной ассоциации России (06.12.1937 – 03.12.1998)

3 декабря 2017 г. исполнилось 80 лет со дня рождения крупного инженера-строителя и талантливого организатора строительного производства, основателя и первого руководителя Тоннельной ассоциации России – Олега Николаевича Макарова.

Окончив в 1961 г. Московский институт путей сообщения, в котором он получил образование по специальности инженер путей сообщения по строительству мостов и тоннелей, и начав свой трудовой путь на Дмитровском заводе железобетонных конструкций, Олег Николаевич прошел все ступени роста инженера-строителя, и в 1973 г. возглавил трест «Мостранстрой» – одну из крупнейших строительных организаций Министерства транспортного строительства СССР, а затем более 20 лет отдал работе на руководящих должностях в Министерстве транспортного строительства, преобразованном в 1991 г. в ОАО Корпорация «Трансстрой».

В 1978 г. Олег Николаевич был назначен руководителем Главного управления железнодорожного строительства Севера и Запада Министерства транспортного строительства СССР, в 1985 г. стал первым заместителем Министра, а затем – первым вице-президентом Корпорации «Трансстрой».

Под руководством О. Н. Макарова в городе Москве реконструированы Ленинградский, Белорусский, Курский и Павелецкий вокзалы, построены уникальное здание системы билетно-кассовых операций «Экспресс» и ГВЦ Московской железной дороги, аэропорт Домодедово, санаторный комплекс «Подмосковье».

Работая в центральном аппарате Минтрансстроя, О. Н. Макаров принимал непосредственное участие в реализации многих народнохозяйственных программ, таких как строительство БАМа, освоение За-

падно-Сибирского нефтегазового комплекса и Нечерноземной зоны России, развитие железнодорожной сети северных и западных районов страны. В 90-е годы прошлого века особое место в профессиональной деятельности Олега Николаевича заняло руководство такими широкомасштабными проектами, как реконструкция Московской кольцевой автомобильной дороги и здания Гостинного двора в центре Москвы.

Большое внимание Олег Николаевич уделял повышению научно-технического уровня транспортного строительства в России – с его активным участием была разработана отраслевая научно-техническая программа «Мировой уровень», которая дала мощный импульс техническому перевооружению отечественного транспортного строительства, повышению его конкурентоспособности на российском и зарубежном рынках строительных услуг.

Олег Николаевич Макаров был инициатором создания Тоннельной ассоциации России и в течение восьми лет руководил ее работой, являясь председателем ее правления. Ассоциация объединила в своих рядах специалистов проектных, строительных и научных организаций, производителей строительной техники, оборудования и материалов России, специализирующихся на подземном строительстве, что было чрезвычайно важно в условиях перехода экономики страны на рыночные отношения. В годы его руководства ассоциацией состоялось вступление Тоннельной ассоциации России в Меж-

дународную ассоциацию тоннелестроения и освоения подземного пространства, что расширило доступ российских специалистов к информации о тенденциях развития подземного строительства в зарубежных странах. Наиболее показательным результатом успешной деятельности ассоциации в эти годы являлось создание условий для широкого применения в отечественном тоннелестроении механизированных тоннелепроходческих комплексов и высокоточной железобетонной отделки при строительстве метрополитенов, городских и горных автодорожных и железнодорожных тоннелей.

За свой вклад в развитие транспортной инфраструктуры СССР, России и города Москвы О. Н. Макаров награжден орденами и медалями СССР, его труд отмечен присвоением ему почетных званий лауреата государственных премий СССР и РФ, премии Совмина СССР, присуждением почетных званий «Заслуженный строитель РСФСР», «Почетный строитель России», «Почетный строитель Москвы», «Почетный транспортный строитель», «Почетный железнодорожник». Он по праву удостоен золотой медали им. В. Г. Шухова.

Олег Николаевич Макаров прожил недолгую, но яркую и наполненную большими свершениями жизнь, и навсегда останется в сердцах всех людей, которые имели честь работать с ним, как крупный инженер-строитель, опытный руководитель строительного производства, авторитетный наставник для молодых специалистов, делающих первые шаги на своем производственном пути, верный и надежный товарищ.



ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ ДВУХСЛОЙНЫХ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТОННЕЛЬНЫХ ОБДЕЛОК, ВОЗВЕДЕННЫХ ЗАКРЫТЫМ СПОСОБОМ

Т. Е. Кобидзе, Д. С. Конюхов, АО «Мосинжпроект»

Настоящая статья подготовлена на основе опыта выполнения ремонтных работ по восстановлению водонепроницаемости участков тоннельных обделок двух параллельных коллекторов теплосети, протяженностью 35 м каждый, расположенных на глубине около 10 м в районе проспекта Вернадского в Москве.

Коллекторы запроектированы согласно требованиям [3, 4] и представляют собой тоннели диаметром 2,8 м, пройденные щитовым способом, с обделкой из высокоточных железобетонных блоков, по внутренней поверхности которой нанесен слой торкретбетона толщиной 200 мм. Гидроизоляция рабочих швов торкретбетона выполнена с помощью ремонтного состава на цементной основе. По дну коллектора проложена бетонная стяжка, над которой проходит трубопровод теплосети диаметром 1200 мм, установленный на железобетонных опорах (рис. 1).

Результаты инженерно-геологических изысканий, геофизических исследований, а также визуального обследования подлежащих ремонту участков коллекторов (при частичном вскрытии стяжки для обследования фрагмента лотка тоннелей) показали следующее.

1. Тоннели располагаются в водонасыщенных мелкозернистых песках.

2. Между внутренним торкретбетонным и наружным железобетонным слоями об-

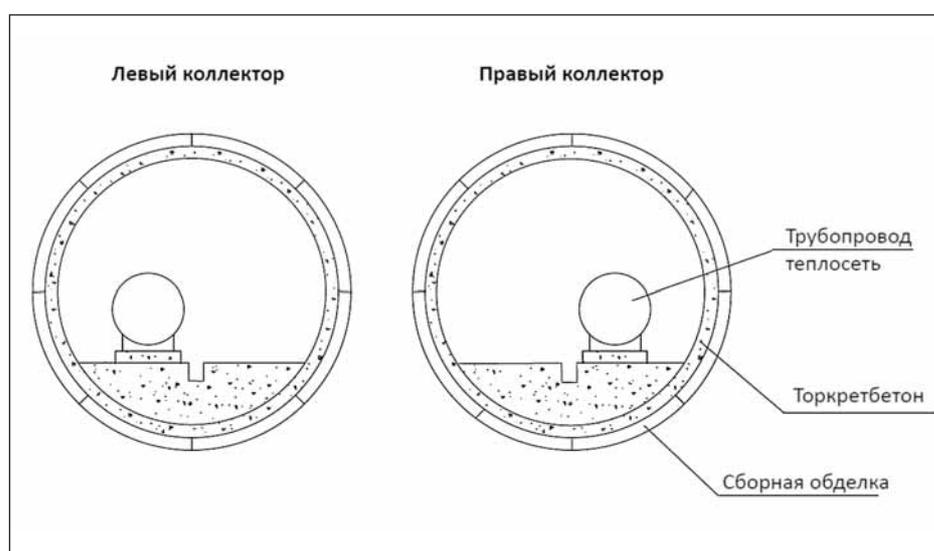


Рис. 1. Схема конструкции двухслойной тоннельной обделки коллекторов тепловой сети

делки коллекторов имеются пустоты, показанные на рис. 2.

3. В торкретбетонном слое обделки отсутствуют видимые трещины и течи.

4. В то же время имеются течи различной активности через рабочие швы торкретбетонного слоя обделки, в частности:

Рис. 2. Карта участков расслоений двухслойной обделки коллекторов согласно геофизическому исследованию объекта

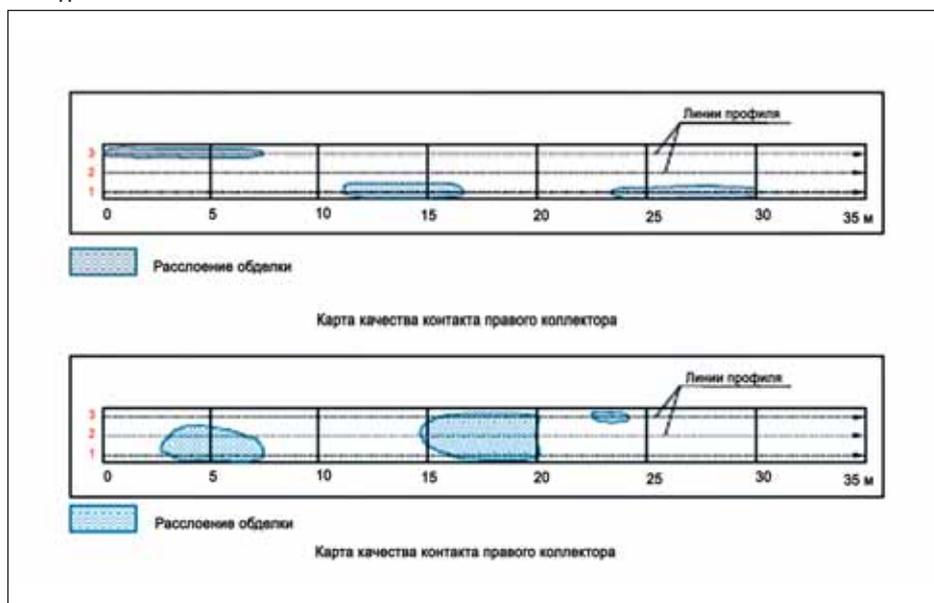


Рис. 3. Течи малой интенсивности на рабочих швах торкретбетона



- течи малой интенсивности через швы на стенах и своде, расположенные выше уровня стяжки. При этом не выявлено нарушения целостности заделки устья швов (рис. 3);

- интенсивные течи через швы, расположенные в лотке коллектора, ниже уровня стяжки, в том числе высоконапорные, с интенсивностью течи более 20 л/мин. Швы не заделаны. Возможно, заделка швов была вымыта напором грунтовых вод (рис. 4).

Анализ результатов обследования позволил установить следующее.

1. Причиной нарушения водонепроницаемости двухслойной обделки стала разгерметизация швов между сборными железобетонными элементами, вызванная, по всей вероятности, смещением резиновых прокладок в стыках между блоками, при сохранении несущей способности обделки в целом.

2. Грунтовые воды фильтруют через швы между железобетонными блоками, заполняют пустоты между слоями обделки и проникают в тоннель через рабочие швы внутреннего торкретбетонного слоя. Следовательно:

- места расположения фильтрующих дефектов высокопрочных железобетонных блоков и места проникновения грунтовых вод внутрь тоннеля, как правило, не совпадают. Это, в свою очередь, позволило сделать вывод о том, что использованные при обследовании методы георадиолокационные профилирования и виброакустики не позволяют выявить повреждения и фильтрующие дефекты в наружном слое двуслойных обделок;

- реальная площадь расслоений между сборной обделкой и торкретбетоном значительно превышает установленную обследованием величину. Эти расслоения, швы в наружном слое обделки и рабочие швы торкретбетона образуют единую фильтрующую сеть.

Вышеизложенное подтверждается результатами опытного инъецирования в расслоения между наружной и внутренней обделками (рис. 5). Во время проведения инъецирования было отмечено увеличение интенсивности существующих и возникновение новых течей через рабочие швы, находящиеся за пределами участков расслоений, выявленных при обследовании геофизическими методами. Т. е. инъециционный материал мигрировал за пределы границы расслоения, установленной обследованием. Полученный эффект объясняется тем, что использованное оборудование не позволяет выявлять толщину расслоения в бетонных конструкциях с шириной раскрытия менее 3,75 мм. При таких малых величинах раскрытия, а также, например, при наличии множественных точек контакта между берегами расслоения, само расслоение может остаться незамеченным.

По результатам обследования и опытных работ было принято решение о применении полимерных составов низкой вязкости, способных проникать в самые узкие участки расслоений. В наибольшей степени этим требованиям, согласно [1], отвечают инъекционно-уплотняющие смеси на базе акрилатных гелей, относящихся к группе неконструкционного замыкания «КГ». Их нагнетание в рабочие швы с течами малой интенсивности и в расслоения можно производить относительно простым одностадийным методом, в том числе вуальным (площадным) инъецированием на участках расслоений. Для обеспечения несущаемости и неизменяемости объема геля во время эксплуатации, а также адгезионного сцепления с поверхностями бетона, использовались специальные



Рис. 4. Интенсивная течь на днище коллектора

модифицированные добавки. Это обеспечило надежность и долговечность прослойки из модифицированного акрилатного геля, расположенной между двумя слоями обделки ремонтируемого тоннеля и двумя бетонными поверхностями рабочего шва, используемой в качестве эффективной уплотняющей, омоноличивающей, герметизирующей и гидроизолирующей системы.

Стандартным способом герметизации фильтрующих рабочих швов бетонных и железобетонных конструкций является метод двухстадийного инъецирования, включающий в себя:

- заделку устья шва ремонтным составом на цементной основе;
- выдавливание воды из шва с помощью гидроактивных пенообразующих полиуретановых составов;
- уплотнение и герметизацию шва полиуретановыми смолами из группы инъекционно-уплотняющих составов неконструкционного замыкания «АГ», отвечающих требованиям [1].

Однако для выявленных в лотке коллектора рабочих швов с высокоинтенсивными напорными течами,

Рис. 5. Пробное вуальное инъецирование на участке расслоения обделки коллектора



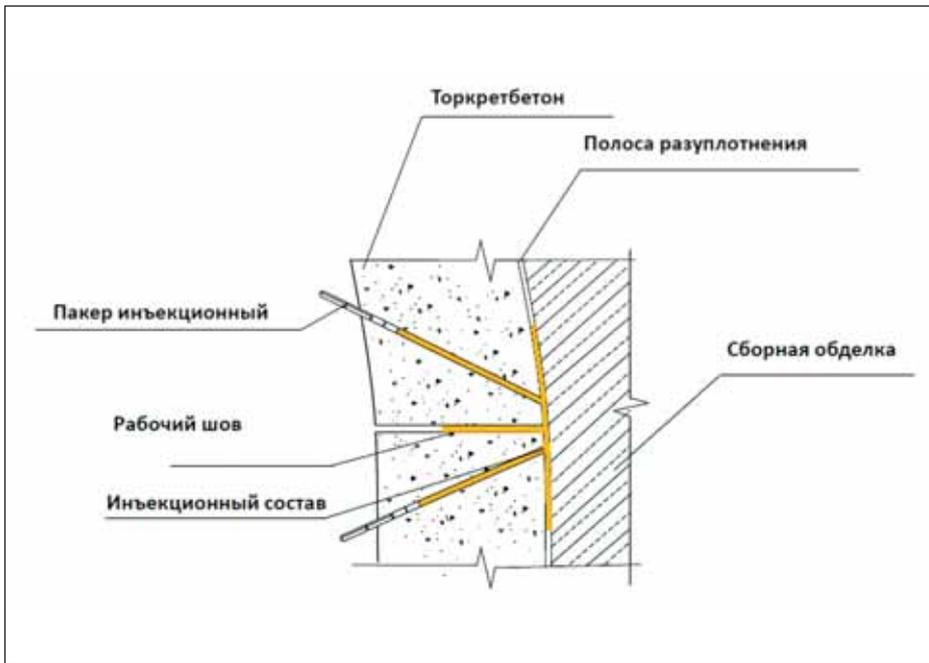
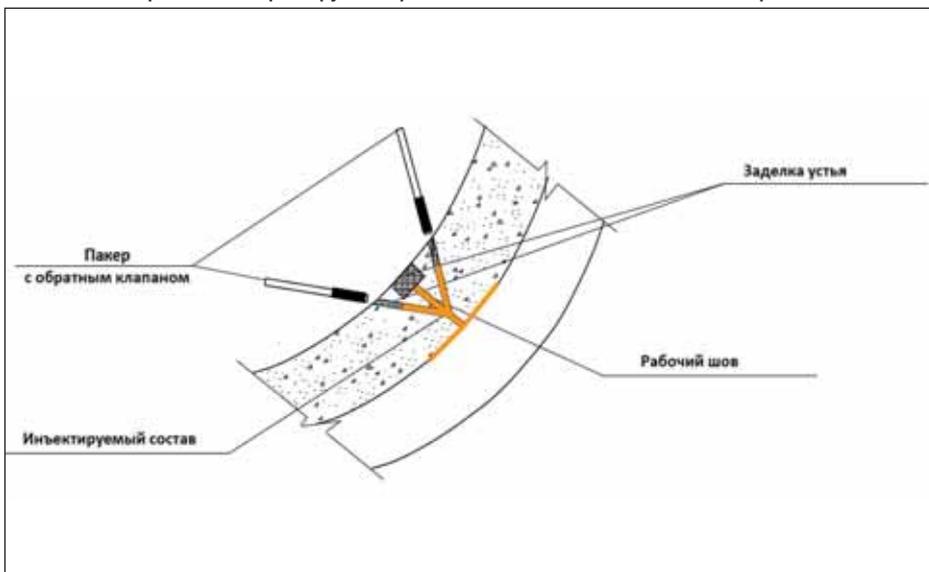


Рис. 6. Схема инъектирования гидроактивной инъекционной смеси для подавления напорной течи



Рис. 7. Напорная течь на лотке коллектора с частичным выносом пены инъекционной смеси на начальной стадии инъектирования

Рис. 8. Схема герметизации фильтрующих рабочих швов инъекционными полимерными составами



заделка устья шва затруднена вымыванием ремонтных составов, даже при применении особо быстротвердеющих гидропломб на цементной основе. На этих участках, перед выполнением двухстадийного нагнетания полиуретанов, необходимо сначала произвести подавление напорных течей. Обычно эта проблема решается нагнетанием инъекционных составов, в том числе на основе гидроактивного пенообразующего полиуретана, в заобделочное пространство. Это позволяет создать локальную противофильтрационную завесу, блокирующую поступление подземных вод из вмещающего грунтового массива в фильтрующий дефект под давлением. Применение такого метода водоподавления эффективно только для однослойных тоннельных сооружений, где фильтрующий дефект обделки одновременно является местом проникновения грунтовых вод внутрь сооружения. В нашем случае, когда дефекты в наружном и внутреннем слоях обделки разнесены в пространстве и связаны в единую фильтрующую сеть расслоениями, водоподавление может быть обеспечено только путем сплошного нагнетания инъекционного состава в заобделочное пространство вокруг тоннеля на протяжении всего ремонтируемого участка. Это трудоемкое, дорогостоящее мероприятие, с большим расходом инъекционного материала, к тому же снижающее несущую способность конструкции, т. к. при бурении шпуров для нагнетания через обделку «вслепую» весьма вероятно повреждение арматурного каркаса железобетонных блоков.

Поэтому нами был предложен более безопасный, экономичный и эффективный метод водоподавления для двухслойных бетонных и железобетонных тоннельных обделок. Суть метода заключается в нагнетании гидроактивного пенообразующего полиуретанового состава в узкое по сечению межслойное пространство в зоне над участком рабочего шва торкретбетона с напорной течью. Этим достигается выдавливание воды из зоны межслойного расслоения и подавление напора.

Описанные технические решения по герметизации участков расслоения, в зависимости от интенсивности водопитока, с помощью инъекционных полимерных составов, легли в основу проекта восстановления водонепроницаемости двухслойной обделки. Были разработаны технологические операции и определена последовательность их выполнения для эффективной герметизации фильтрующих дефектов. Описание этих операций приводится ниже.

Герметизация участков рабочих швов с напорной течью выполняется в следующей последовательности.

1. Подавление напорной течи путем нагнетания гидроактивных полиуретановых вспенивающих составов в межслойное про-

странство с помощью шпуров, пробуренных через слой торкретбетона в зоне рабочего шва (рис. 6 и 7).

2. После подавления напора – герметизация рабочих швов методом двух-этапного инъектирования, включающего в себя:

- заделку фильтрующего участка: при наличии остаточной течи – гидропломбой, без предварительной расшивки устья шва, а при отсутствии течи – безусадочным составом на цементной основе, отвечающим требованиям [2]. Для этого расшивается устье рабочего шва и формируется штроба в виде «ласточкиного хвоста», которая затем заделывается ремонтным составом;

- бурение инъекционных шпуров с двух сторон рабочего шва, на расстоянии 10 см от его оси, в шахматном порядке, с шагом 20 см и под углом 45 градусов до середины глубины шва (рис. 8);

- нагнетание в рабочий шов гидроактивных вспенивающих полиуретановых составов;

- последующая инъекция герметизирующих полиуретановых смол;

- демонтаж инъекционных пакеров, удаление гидропломб, заделка устьев шва и шпуров ремонтными безусадочными составами на цементной основе.

Герметизация рабочих швов с течами малой интенсивности производится с использованием акрилатных гелей методом одностадийного инъектирования. Технологическая последовательность выполняемых работ включает в себя:

- бурение инъекционных шпуров с двух сторон рабочего шва, с шагом, увеличенным до 30 см;

- нагнетание в рабочий шов акрилатного геля низкой вязкости;

- демонтаж инъекционных пакеров, очистка и заделка устья шпуров описанным выше способом.

Герметизация участков межслойных пустот с использованием акрилатных гелей методом вуального инъектирования, включая:

- бурение шпуров через торкретбетон на участке расслоения, в шахматном порядке, с шагом 30 см (рис. 9);

- нагнетание акрилатных гелей через пробуренные шпуров в межслойное пространство;

- демонтаж пакеров, очистка и заделка устья шпуров.

Предложенная технология требует высокой точности выполнения работ и культуры производства, однако она позволяет, при минимальном расходе дорогостоящих полимерных составов, обеспечить восстановление герметичности двухслойных тоннельных обделок.

Ключевые слова

Двухслойная обделка, пенообразующий полиуретан, водоподавление.

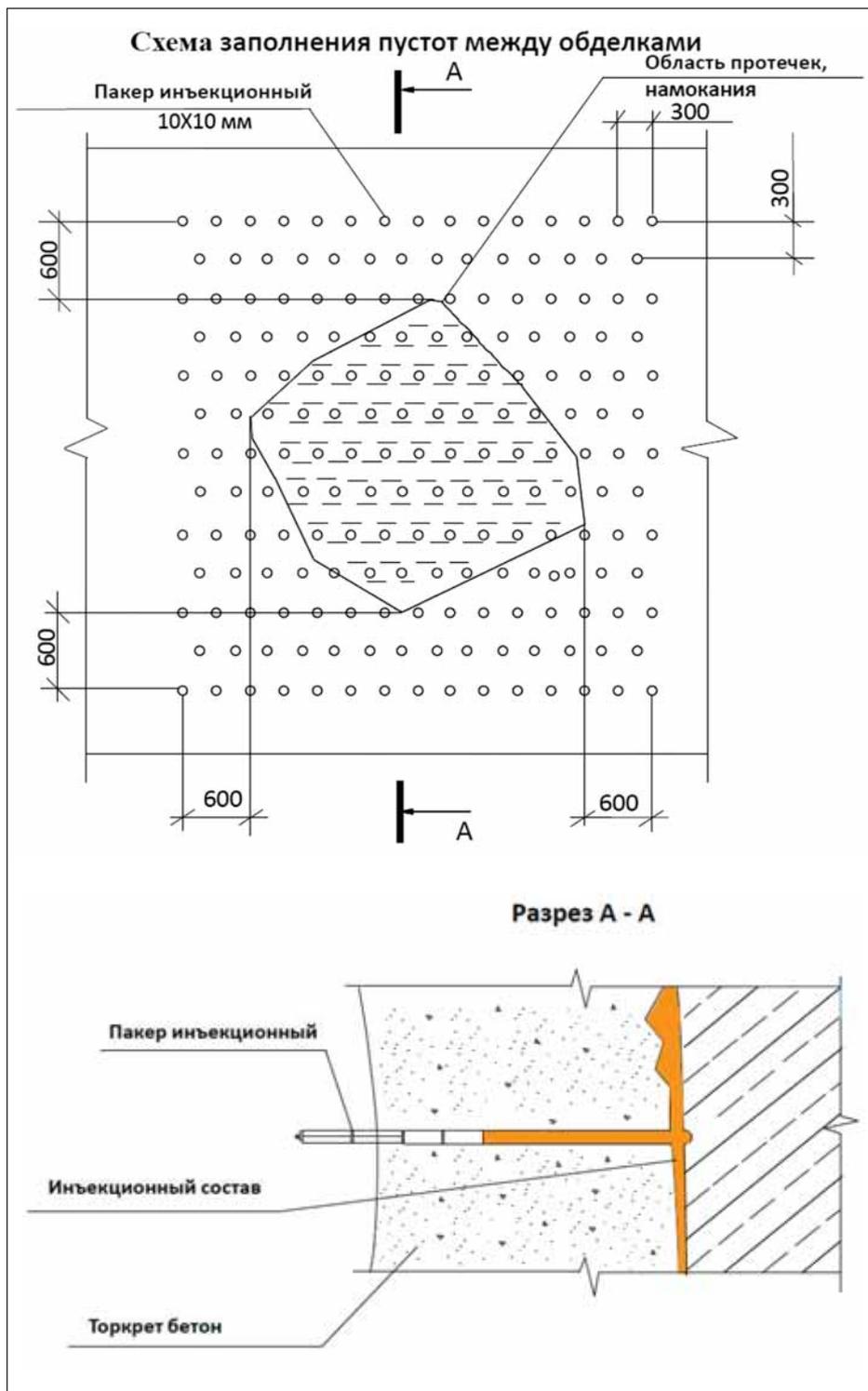


Рис. 9. Схема вуального (площадного) инъектирования акрилатной гели в межслойные пустоты двухслойной тоннельной обделки коллектора

Список литературы

1. ГОСТ 33762-2016. Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Требования к инъекционно-уплотняющим составам и уплотнениям трещин, полостей и расщелин.
2. ГОСТ Р 56378-2015. Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Требования к ремонтным смесям и адгезионным соединениям контактной зоны при восстановлении конструкций.
3. СТО НОСТРОЙ 2.16.65-2012 Коллекторы для инженерных коммуникаций.

Требования к проектированию, строительству, контролю качества и приемке работ.

4. СТО НОСТРОЙ 2.17.66-2012 Коллекторы и тоннели канализационные. Требования к проектированию, строительству, контролю качества и приемке работ

Для связи с авторами

Кобидзе Тенгиз Евгеньевич
kobidzete@mosinzhpoeekt.ru
Конюхов Дмитрий Сергеевич
KonuhovDS@mosinzhpoeekt.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СООРУЖЕНИЯ И ПОСТОЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПЕТЕРБУРГСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

IMPLEMENTATION RESULTS OF A COMPREHENSIVE PROGRAM FOR IMPROVING THE TECHNOLOGY OF CONSTRUCTION AND PERMANENT STRUCTURES OF ST. PETERSBURG METRO

К. П. Безродный, д. т. н., ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс»

М. О. Лебедев, к. т. н., ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс»

А. Ю. Старков, инженер, ОАО «Метрострой»

K. P. Bezrodny, Dr. of technical sciences, Lenmetrogiprotrans

M. O. Lebedev, Candidate of technical sciences, Lenmetrogiprotrans

A. Y. Starkov, Deputy Director General, Chief Engineer, OAO Metrostroy

За последние два десятилетия при строительстве Санкт-Петербургского метрополитена были внедрены новые технологические решения, направленные на снижение деформаций дневной поверхности, увеличение доли механизации горнопроходческих работ и стабилизации грунтового массива на время проходки подземных сооружений. Новые технологические решения разработаны для горизонтальных и наклонных выработок. Эффективность внедряемых технологий определяется по результатам натурных исследований в рамках горно-экологического (геотехнического) мониторинга. Исследования напряженно-деформированного состояния системы «обделка – вмещающий массив» позволяют определить оптимальные методы расчета подземных сооружений.

Over the past two decades, during the construction of the St. Petersburg Metro, new technological solutions have been introduced to reduce deformations in the daytime surface, increase the share of mechanization of tunneling operations and stabilize the soil body for the time of mining underground structures. New technological solutions are designed for horizontal and inclined excavations. The efficiency of implemented technologies is determined by the results of field studies within the framework of mining and environmental (geotechnical) monitoring. Analyses of the stress-deformed condition of the «lining – enclosing body» system allow determining optimal calculation methods for underground structures.

На научно-техническом экспертно-консультационном Совете (НТЭК) Санкт-Петербургского отделения Тоннельной ассоциации России была принята «Комплексная программа совершенствования технологии сооружения и постоянных конструкций Петербургского метрополитена» [1].

Часть разделов этой программы выполнены. И здесь хотелось бы остановиться не на новых технологических и конструктивных решениях, а на новых научных результатах.

Исследования, проведенные при строительстве постоянной обделки из набрызг-бетона, возводимой сухим способом, вентиляционно-эвакуационной сбойки на ш. № 618 показали, что нормальные тангенциальные напряжения в обделке везде сжимающие.

Сплошность протерозойских глин не нарушается, система обделка-массив работает в режиме взаимовлияющих деформаций. Это подтверждает сравнение результатов натурных исследований и расчетов методами механики сплошной среды с учетом ползу-

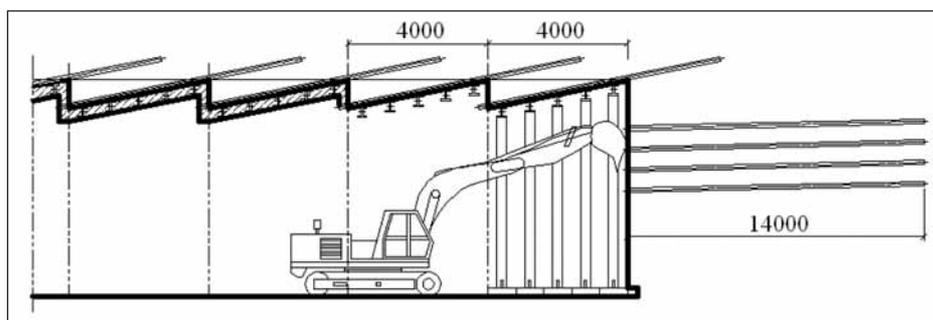


Рис. 1. Армирование инъекционными фиброглассовыми анкерами грунтового массива и экрана из труб впереди забоя тоннеля

части протерозойских глин и загрузки бетона в раннем возрасте [2].

Достаточно важным этапом было создание способа сооружения тоннелей практически исключая смещения контура подземной выработки, которые вызывают осадки дневной поверхности [3].

При сооружении тоннелей порядка 40 % смещений контура будущей выработки ре-

лизуется впереди забоя [4]. Исключение или сведение к минимуму этих и последующих смещений контура самой выработки явилось целью разрабатываемой технологии и конструкций крепления.

Была разработана технология и конструкция косвенного армирования инъекционными фиброглассовыми анкерами грунтового массива и экрана из труб впереди забоя тоннеля (рис. 1).

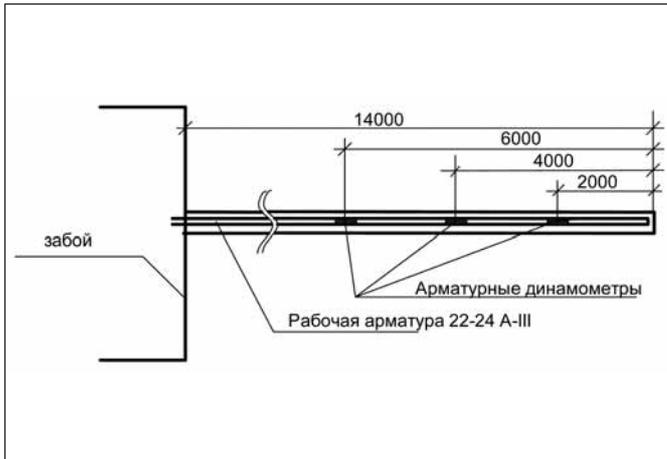


Рис. 2. Схема размещения датчиков в анкерах крепления лба забоя

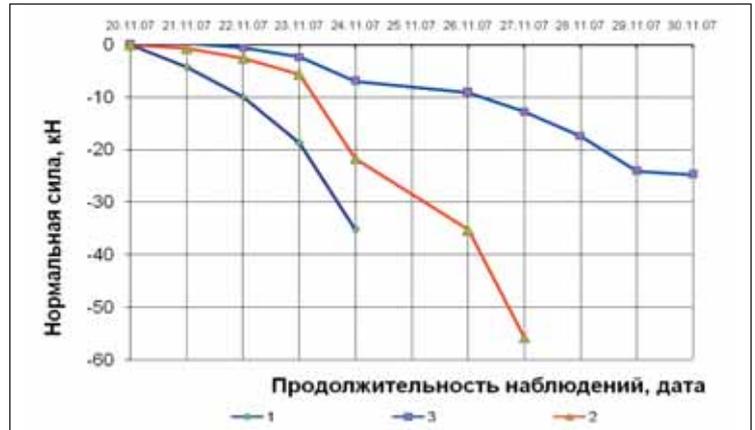


Рис. 3. Кривые развития усилий в анкере по данным соответствующих датчиков 1, 2, 3 (отставание забоя для каждого из датчиков по табл. 1)

Таблица 1

Сопоставление усилий в анкере с отставанием забоя

№ датчика		Дата измерения									
		20.11	21.11	22.11	23.11	24.11	26.11	27.11	28.11	29.11	30.11
1	N, кН	0	-4,2	-9,9	-18,7	-35,1					
	расст. до забоя, м	5	4,2	3,3	2,5	1,6					
2	N, кН	0	-0,7	-2,5	-5,6	-21,6	-35,2	-55,7			
	расст. до забоя, м	7	6,2	5,3	4,5	3,6	2	1			
3	N, кН	0	0,2	-0,6	-2,3	-6,9	-9	-12,8	-17,3	-24	-24,7
	расст. до забоя, м	9	8,2	7,3	6,5	5,6	4	3	2	1	1

Исследование работы анкеров опережающего крепления выполнялось при помощи струнных динамометров ПСАС 20, размещаемых в нескольких местах по длине анкера в процессе его установки (рис. 2).

Определение горизонтальных смещений грунта впереди забоя выработки было выполнено при помощи глубинных реперов.

После установки анкеров в проектное положение и последующей разработки забоя выполнялись измерения по датчикам. Эти измерения проводились после разработки

каждой заходки. Результаты измерений представлены на рис. 3 и в табл. 1.

Здесь кривые развития усилий представлены для трех датчиков одного анкера во времени, а в таблице дана зависимость величины усилия в анкере от расстояния рассматриваемого сечения до забоя.

Совместный анализ работы анкеров и смещений грунта впереди забоя показал, что датчики начинают включаться в работу при подходе забоя на 4 м и соответственно смещения грунта начинаются с этой отметки.

Усилия в анкерах достигают 60 кН, а смещения лба забоя до 8 мм.

В арочно-бетонной крепи для исследования ее напряженно-деформированного состояния использовали струнные датчики – деформометры ПЛДС-400.

Установка датчиков на стальные рамы была осуществлена по схеме, показанной на рис. 4. В каждом узле по периметру рамы датчики устанавливались на внутреннем и внешнем контуре.

На рис. 5 показаны характерные для опытных участков графики развития во

Рис. 4. Оснащение стальной арки контрольно-измерительной аппаратурой

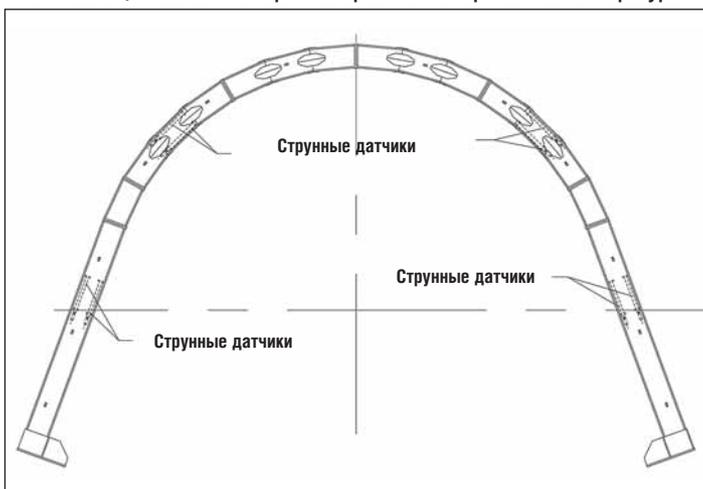


Рис. 5. Формирование напряженного состояния арки



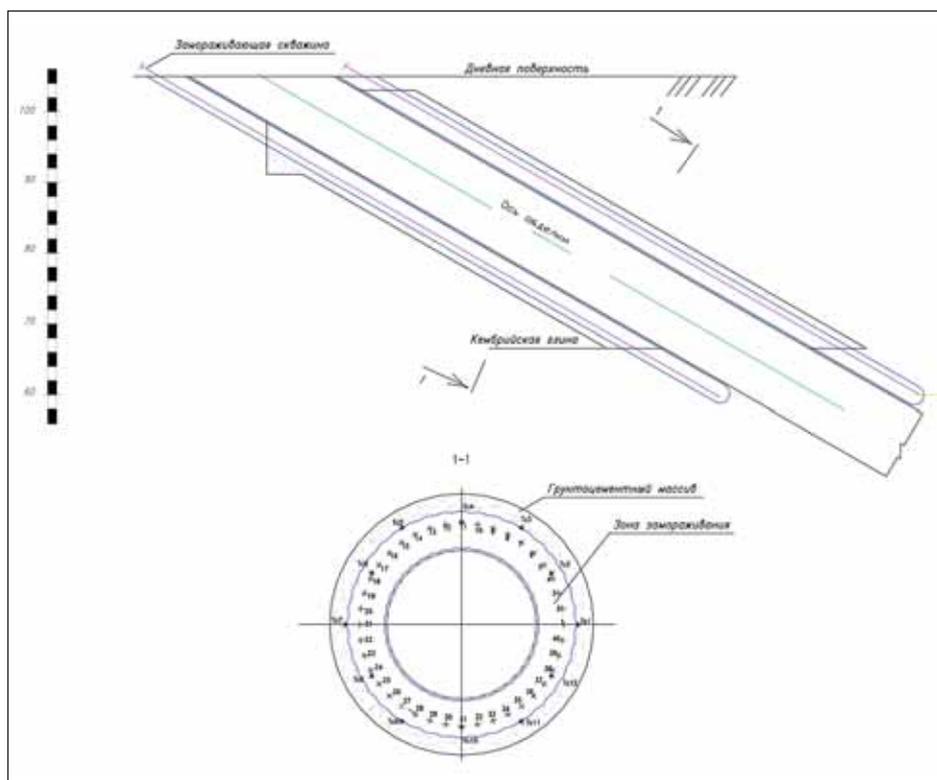


Рис. 6. Рассольное замораживание грунтоцементного и грунтового массива

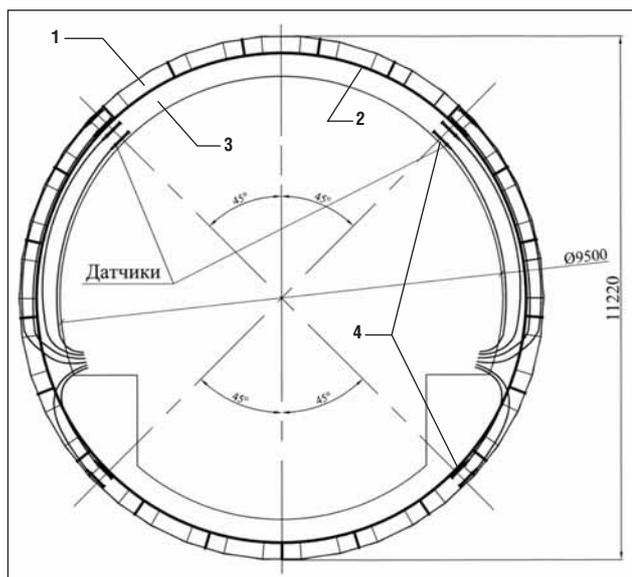


Рис. 7. Конструкция крепи и обделки: 1 – крепь из стальных двутавровых арок и бетона в межарочном пространстве, 2 – гидроизоляция, 3 – монолитная железобетонная обделка, 4 – датчики

времени нормальных тангенциальных напряжений в поперечных сечениях стальной арки.

Наиболее интенсивно напряжения растут в течение двух недель. За это время отход забоя составляет 15 м. В конце этого периода напряжения составляют около 40 МПа.

В дальнейшем приращение напряжений менее значительно и постепенно скорость приращения уменьшается.

Средняя нормальная сила в рамках по опытным участкам на конец измерений составила 78,1 т, а величина горного давления 22,6 т/м², что соответствует 20 % γH .

Осадки дневной поверхности отсутствовали.

Таблица 2

Результаты определения усилий в аркобетонной крепи

Грунты	Глубина заложения, м	Нормальные тангенциальные напряжения, МПа
1. Четвертичные водонасыщенные, тонкодисперсные	7	1,6
2. Четвертичные водонасыщенные, тонкодисперсные	20,5	4,2
3. Четвертичные водонасыщенные, тонкодисперсные на контакте с протерозойскими глинами	38	3,8

Строительство метрополитена Санкт-Петербурга в четвертичных отложениях осуществляется в очень сложных инженерно-геологических условиях. Особенно это касается сооружения эскалаторных тоннелей в исторической части города.

Традиционно применяемая технология контурного рассольного замораживания грунтов вызывает его деструктуризацию, что приводит к значительным осадкам при последующем оттаивании.

Альтернативный способ закрепления грунтового массива – интенсивно развивающаяся в последнее время струйная технология. Препятствием к замене рассольного замораживания неустойчивых водонасыщенных грунтов эскалаторного тоннеля технологией струйного закрепления является отсутствие надежных оперативных средств контроля качества полученного грунтоцементного ограждения. В нем могут образоваться и остаться незамеченными участки с нарушенной сплошностью, что приведет к серьезным последствиям при проходке тоннеля.

Для формирования контурного грунтоцементного ограждения эскалаторного тоннеля диаметром 10,5 м длиной около 100 м было задействовано около 1800 вертикальных скважин. Вначале каждую скважину пробуривали на проектную глубину диаметром 151 мм. Затем в процессе обратного хода производили гидравлическое смешение грунта и раствора на цементной основе [5]. Данная технология обеспечивает создание грунтоцементной сваи диаметром 800–1000 мм.

Рассольное замораживание грунтоцементного и грунтового массивов является второй стадией комбинированной технологии и осуществлялось после полного отвердевания и стабилизации температуры грунтоцементного ограждения тоннеля. Наклонные замораживающие скважины диаметром 114 мм в количестве 40 штук бурили с дневной поверхности после завершения работ по струйному закреплению таким образом, чтобы пройдя грунтоцементный массив, зайти в слой твердых глин на глубину не менее 3 м. Схема рассольного замораживания эскалаторного тоннеля приведена на рис. 6.

Глубина (толщина) комплексно стабилизированных грунтов по периметру эскалаторного тоннеля составляет 3 м.

В сочетании с комбинированной технологией стабилизации грунтового массива были разработаны конструкции крепи и обделки, а также технология их сооружения и проходки, практически исключают применение ручного труда. Арочно-бетонная крепь с межарочным заполнением набрызг-бетоном либо бетоном. По внутреннему контуру крепи выполняется гидроизоляция, затем сооружается монолитная железобетонная обделка (рис. 7).

В результате натурных исследований напряженно-деформированного состояния системы «массив-крепь-обделка» получены зависимости величины нормальных тангенциальных напряжений в аркобетонной крепи от глубины заложения наклонного хода (табл. 2).

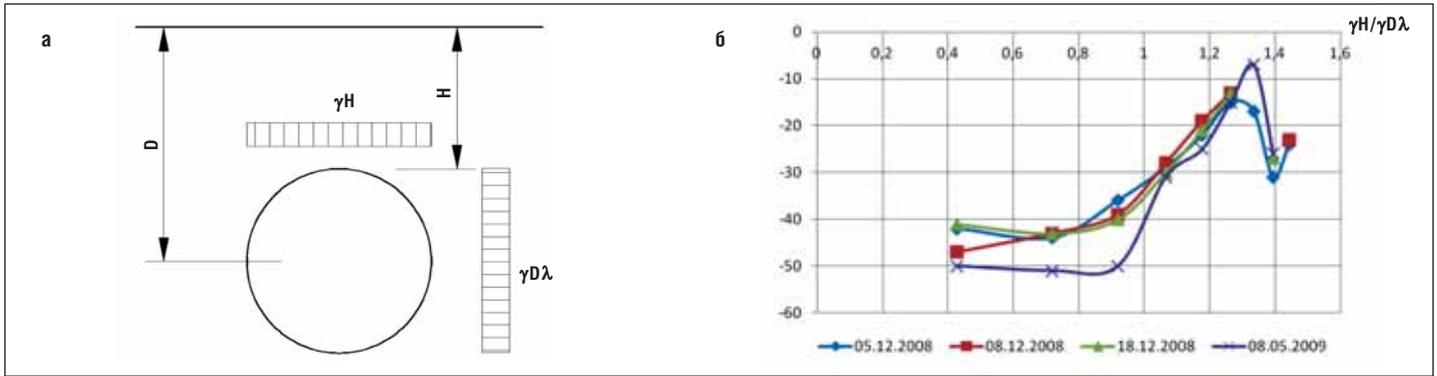


Рис. 8. Конвергенция на горизонтальном диаметре тоннеля: а – расчетная схема, б – зависимость конвергенции на горизонтальном диаметре от глубины заложения наклонного хода

Напряжения в обделке представлены только от собственного веса. На начальном этапе в период гидратации цемента нормальные тангенциальные напряжения несколько повышались.

С момента возведения крепи выполнялись измерения смещений внутреннего контура крепи на горизонтальном диаметре до возведения постоянной обделки. По результатам измерений была получена зависимость конвергенции на горизонтальном диаметре от глубины заложения наклонного хода (рис. 8).

В составе геотехнического мониторинга геофизическими методами было выполнено определение фактических деформационно-прочностных свойств вмещающего массива. По результатам этих работ в протерозойских глинах наблюдается зона разуплотнения вокруг наклонного хода на глубину до 2 м с модулем деформации меньшим в 1,74 раза, чем нетронутого массива.

Осадки дневной поверхности составили 45 мм.

В 2009–2012 гг. выполнена проходка трех эскалаторных тоннелей (на станциях «Обводный канал», «Адмиралтейская» и «Спасская») Санкт-Петербургского метрополитена диаметром 10,4 м при помощи ТПМК (тоннелепроходческого комплекса) с грунтовым пригрузом забоя. Основной задачей данной технологии было минимизировать деформации дневной поверхности при строительстве в условиях городской застройки в историческом центре города [6].

90 % трассы тоннелей расположено в четвертичных отложениях. Все четвертичные отложения водонасыщены. Ниже залегают котлинские аргиллитоподобные тонкослойные глины, практически сухие и с прослоями песчаника ~1,5–5см.

Крепление тоннеля выполнено блочной железобетонной обделкой из водонепроницаемого бетона с резиновым уплотнением стыков. Блоки обделки изготовлены из бетона класса В45. Прочность такого бетона на сжатие составляет 58,9 МПа.

Кольцевое пространство за бетонными блоками вслед за проходкой заполнялось специальным водонепроницаемым быстротвердеющим раствором.

В рамках горно-экологического мониторинга при строительстве эскалаторных тоннелей напряженно-деформированное состояние

обделки оценивали по нормальным тангенциальным напряжениям в блоках обделки и по напряжениям в обделке вдоль оси тоннеля.

По длине наклонного хода станции «Спасская» датчиками были оснащены пять колец обделки во всех литологических разностях и в большей мере на их границах.

Определение нормальных тангенциальных напряжений по периметру обделки выполняли при помощи струнных деформометров. Датчики для определения нормальных тангенциальных напряжений располагаются на внешнем и внутреннем контурах блоков обделки; датчики вдоль оси тоннеля располагаются на нейтральной линии блоков (рис. 9).

После каждого замера по измеренным деформациям вычисляли напряжения в обделке. По результатам измерений строились графики формирования напряженно-деформированного состояния обделки. Так, например, на рис. 10 приведены такие графики для кольца № 25.

На рис. 11 показаны графики развития во времени относительных деформаций бетона, нормальных тангенциальных и продольных напряжений в блоках обделки кольца № 34, а кольца № 45 – на рис. 12.

Блоки обделки испытывают сжимающие напряжения значительно меньше прочностных показателей материала обделки. Формирование напряженно-деформированного состояния наблюдается в первые несколько недель после монтажа кольца, а затем стабилизируется. Через шесть месяцев после монтажа обделки напряжения по контролируемым сечениям составляют 0,9–8,6 МПа в поперечном (тангенциальном направлении) и от 0,2 до 1,9 МПа в продольном.

В среднем нормальные тангенциальные напряжения составляют 5,3 МПа в своде и 3,0 МПа в лотке.

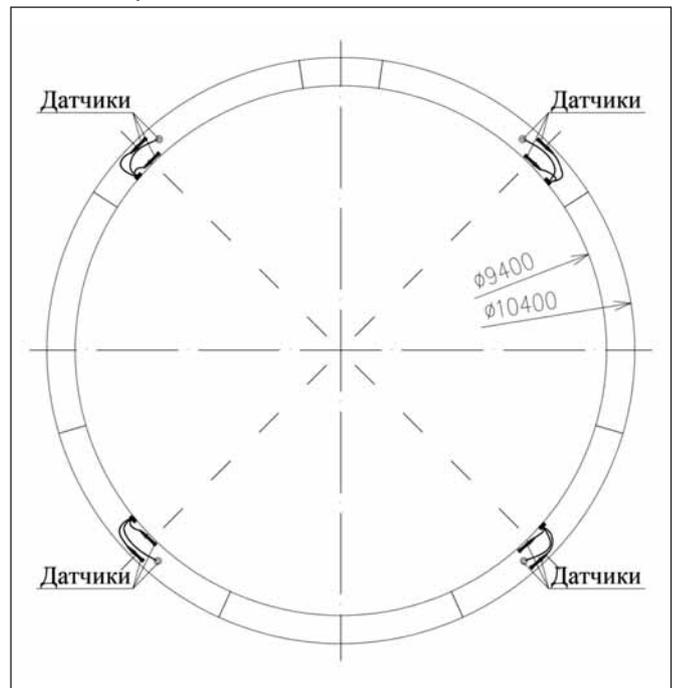
Сжимающие напряжения, возникающие в продольном направлении, составляют до 0,8 МПа.

Анализ формирования усилий в обделке показал, что около 80 % от их конечной величины отмечается уже после заполнения заобделочного пространства тампонажным раствором при сходе кольца с оболочки щита. Абсолютные величины усилий в обделке значительно ниже прочностных характеристик материала обделки. По периметру обделки растягивающих усилий зафиксировано не было.

Напряженное состояние обделки, полученное в результате исследований, соответствует расчетным данным, вычисленным методами механики сплошной среды. Таким образом, технология проходки эскалаторного тоннеля с помощью ТПМК с грунтовым пригрузом забоя не нарушает сплошности грунтового массива.

В 2014–2015 гг. в Санкт-Петербурге был построен первый в России двухпутный перегонный тоннель внутренним диаметром 9,4 м и наружным 10,3 м, который проходили с помощью ТПМК

Рис. 9. Схема размещения датчиков в кольцах обделки



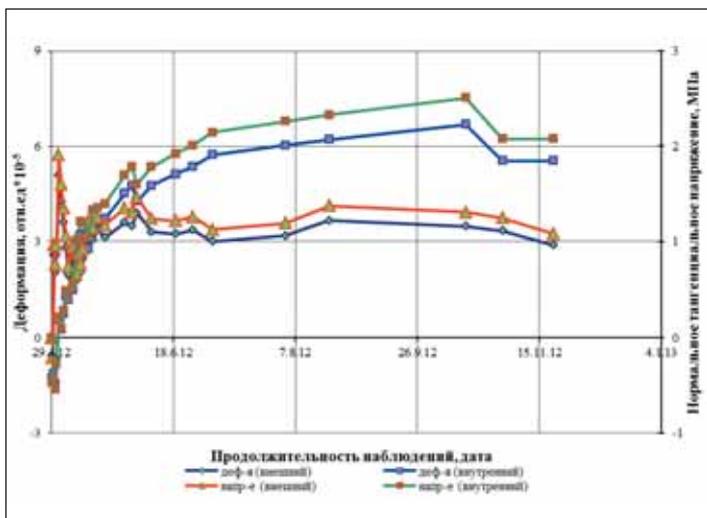


Рис. 10. Кривые развития относительных деформаций и нормальных тангенциальных напряжений кольца № 25

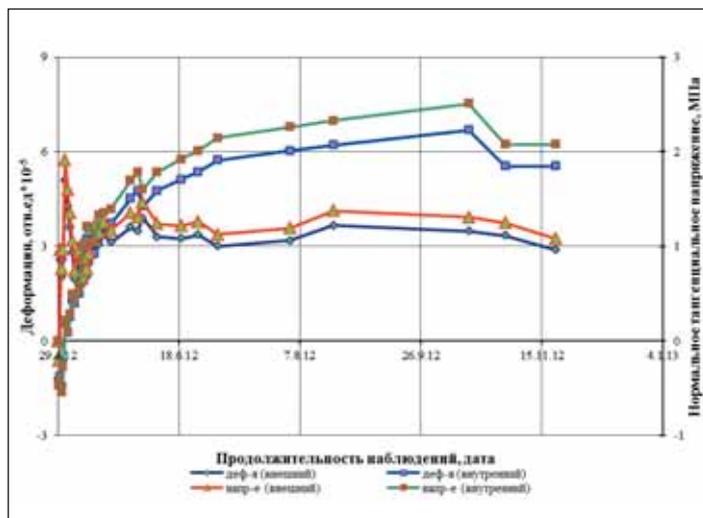


Рис. 11. Кривые развития относительных деформаций и нормальных тангенциальных напряжений кольца № 34

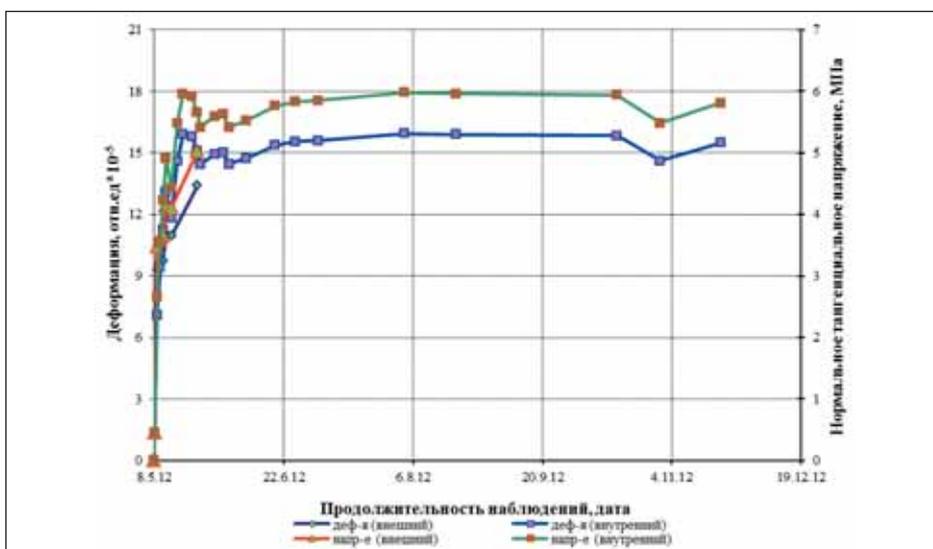


Рис. 12. Кривые развития относительных деформаций и нормальных тангенциальных напряжений кольца № 45

фирмы Herrenknecht с грунтовым пригрузом забоя.

В процессе проходки осуществляли геотехническое обеспечение, направленное на снижение негативного влияния техногенных процессов при строительстве тоннеля на окружающую среду и безопасность горнопро-

ходческих работ. Для достижения этой цели был организован геотехнический мониторинг, который решал следующие задачи:

- инженерно-геологический и гидрогеологический прогноз впереди забоя;
- определение сдвижений грунтового массива;

- определение изменений в состоянии зданий, попадающих в зону строительства тоннелей и их деформаций;
- контроль качества заполнения заобделочного пространства;
- определение напряженно-деформированного состояния обделки тоннеля.

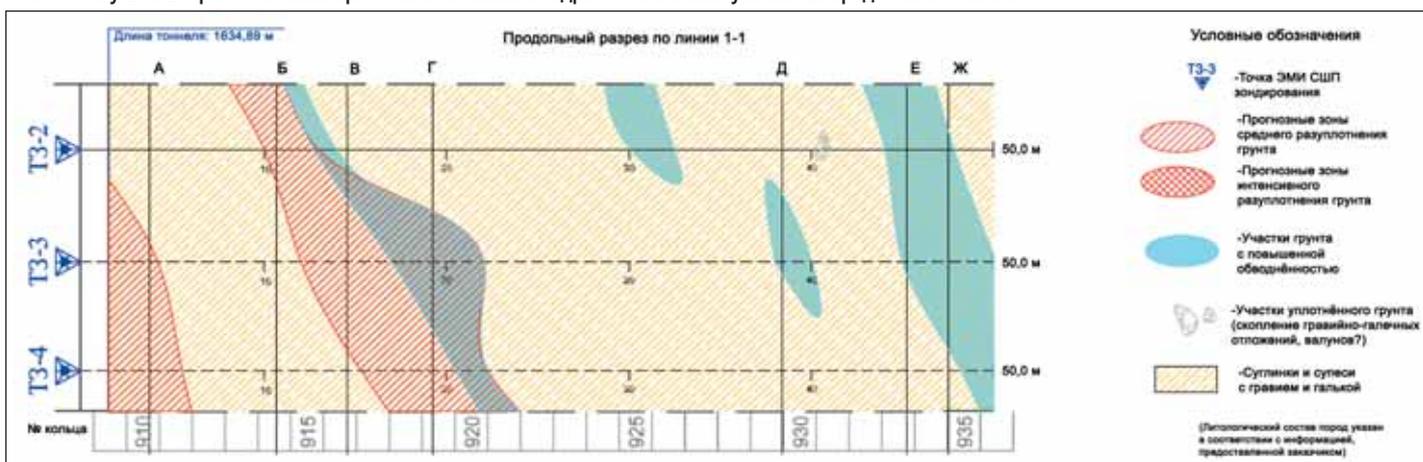
Инженерно-геологический и гидрогеологический прогноз впереди забоя осуществляли с помощью сверхширокополосной (СШП) георадиолокации.

Геофизические измерения на забое тоннеля проводили на металлической поверхности щита через камеру грунтопригрузки. Лучи зондирования ориентировали вдоль оси горной выработки, в каждом случае обследуемый интервал составлял 50 м (рис. 13).

Были выявлены многочисленные интервалы разуплотненных водонасыщенных грунтов, а также участки со скоплением гравийно-галечникового материала и валунов.

Для определения сдвижений грунтового массива по оси тоннеля от ст. «Южная» до ст. «Проект Славя» было пробурено восемь измерительных скважин, оснащенных цельностержневыми экстензометрами. Экстензометры устанавливали на глубинах от 4,5 до 47 м. Система позволяет осуществлять круглосуточный автоматизированный мониторинг [7].

Рис. 13. Результаты прогноза инженерно-геологических и гидрогеологических условий впереди забоя тоннеля



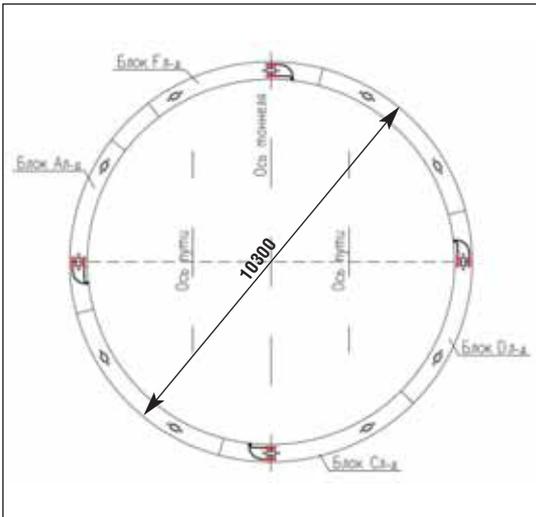


Рис. 14. Схема размещения датчиков в кольцах обделки

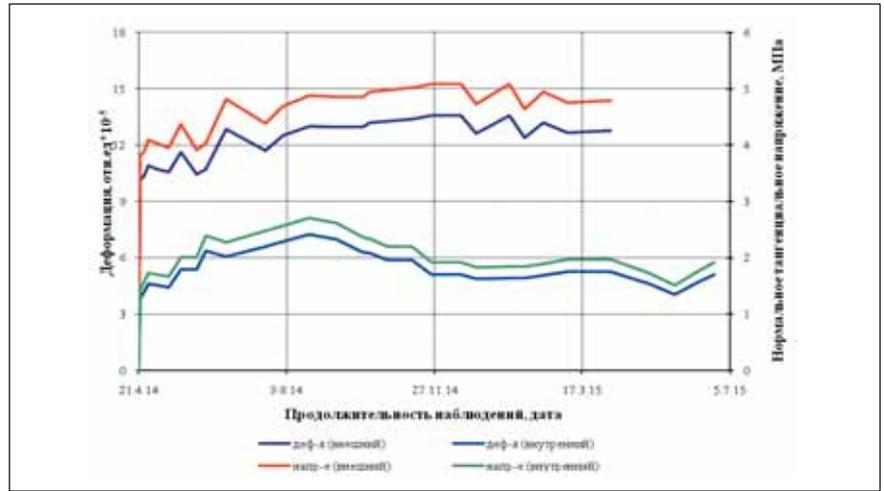


Рис. 15. Графики развития относительных деформаций и нормальных тангенциальных напряжений в блоке Сл (низ, слева), кольцо № 365 (+ – сжатие)

Сдвигения массива, как показали измерения по экстензометрам, начинаются с момента нагнетания твердеющего раствора в заобделочное пространство. Причем по длине скважины смещения примерно одинаковы, что говорит о не нарушении сплошности грунтового массива, не образовании свода обрушения. Такие показатели были достигнуты путем корректировки технологических параметров ведения ТПМК по результатам геотехнического мониторинга.

Для зданий, попавших в зону влияния строительства двухпутного перегонного тоннеля, выполнялся инструментальный мониторинг. Здания оснащались трещиномерами и датчиками наклона, подключенными к автоматизированной системе опроса и передачи информации на удаленный интернет-портал. По результатам инструментального мониторинга состояния конструкций зданий можно заключить: за все время наблюдений деформации зданий (раскрытие трещин, крены) от ведения проходки не зафиксированы.

Напряженно-деформированное состояние обделки тоннеля определяли с помощью струнных датчиков, устанавливаемых в блоки при их изготовлении на заводе. Затем блоки, оснащенные датчиками, устанавливали при монтаже в кольца обделки (рис. 14).

Измерив деформации с помощью струнных датчиков по специальной методике, вычисляют нормальные тангенциальные напряжения в блоках. Для примера на рис. 15 показано формирование напряженно-деформированного состояния одного блока.

В результате проведенных измерений напряженно-деформированного состояния (НДС) обделки следует сделать следующие выводы:

- максимальные измеренные параметры НДС обделки происходят в первые дни после монтажа колец и связаны с монтажными усилиями и выполнением нагнетания в заобделочное пространство;
- дальнейшее развитие НДС обделки практически прекращается в первые недели после монтажа;

- измеренные напряжения сжимающие и в несколько раз меньше предела прочности материала обделки.

Полученные результаты измерения НДС обделки показывают, что для ее расчета при данных инженерно-геологических условиях и технологии сооружения можно пользоваться методами механики сплошной среды.

Таким образом, примененная впервые в инженерно-геологических условиях Санкт-Петербурга технология сооружения двухпутного тоннеля с помощью ТПМК и конструкция обделки обеспечили малоосадочную и безаварийную проходку при геотехническом сопровождении строительства.

Результаты приведенных исследований конструкций и технологий их возведения в четвертичных водонасыщенных отложениях и кембрийских (протерозойских) плотных глинах показывают следующее.

1. При недопущении деформаций массива, нарушающих его сплошность, необходимо пользоваться для расчета подземных сооружений аналитическими методами механики сплошной среды с учетом ползучести глинистых грунтов.
2. При нарушении сплошности грунтов необходимо проводить дополнительные исследования физико-механических характеристик грунтов с учетом их нарушенности.
3. Нарушение сплошности грунтов, их деструктуризация вызывают значительные осадки дневной поверхности.

Ключевые слова

Новые технологии, горнопроходческие работы, деформации, закрепление массива, методы расчета.

New technologies, tunneling works, deformations, fixing soil body, calculation methods.

Список литературы

1. Безродный К. П. «Комплексная программа Петербургского метрополитена» – Инженер и промышленник – №1 (7), февраль 2014 г. с. 28–31.

2. Безродный К. П., Крюковский Ю. А., Голицынский Д. М., Старков А. Ю., Власов Н. И. Новая конструкция набрызг-бетонной обделки. – Метро и тоннели – № 1, 2009 г., с. 24–26.

3. Александров В. Н., Старков А. Ю., Безродный К. П., Лебедев М. О., Ледяев А. П., Морозов А. В., Уханов А. В., Маслак В. А. Безосадочная проходка тоннелей в протерозойских глинах. – Труды международной научно-технической конференции. «Особенности освоения подземного пространства и подземной урбанизации в крупных городах, мегаполисах». М., 11–12 ноября 2008 г. с. 57–60.

4. Безродный К. П., Маслак В. А., Лебедев М. О. О напряженно-деформированном состоянии грунтов впереди забоя подземной выработки. – Труды международной конференции по геотехнике. «Геотехнические проблемы геополисов». 7–10 июня 2010 г., М. с. 1477–1480.

5. Безродный К. П., Маслак В. А., Марков В. А., Лебедев М. О., Старков А. Ю., Морозов А. В., Уханов А. В. Комбинированная технология стабилизации грунтов при сооружении эскалаторных тоннелей станций Петербургского метрополитена. – Метро и тоннели. – № 5, 2009 г. с. 35–37.

6. Безродный К. П., Лебедев М. О. Горно-экологический мониторинг как инструмент понимания геомеханических процессов при строительстве метрополитена. – Метро и тоннели – № 3, 2016, с. 10–11.

7. Безродный К. П., Лебедев М. О. Натурные исследования напряженно-деформированного состояния системы «обделка-массив» в составе горно-экологического мониторинга. – Метро и тоннели – 2011 – № 6, с. 28–30.

Для связи с авторами

Безродный Константин Петрович
lebedev-lmgt@yandex.ru
Лебедев Михаил Олегович
lebedev-lmgt@yandex.ru
Старков Алексей Юрьевич
mail@metrostroy-spb.ru





Илья Вениаминович является достойным продолжателем дела своего отца – Вениамина Львовича Маковского, который стоял у истоков проектирования и строительства Московского метрополитена. Получив в 1966 г. диплом инженера-строителя, Илья Вениаминович сразу же окупился в интереснейшую работу по проектированию Московского метрополитена в проектно-изыскательском институте «Метрогипротранс», который в те годы был кузницей кадров инженеров-проектировщиков для всех городов СССР, в которых велось строительство метрополитенов. Здесь он прошел

12 января 2018 г. Первому вице-президенту ЗАО «Объединение «Ингеоком», потомственному транспортному строителю Илье Вениаминовичу Маковскому исполнилось 75 лет!

все ступени роста инженера-проектировщика от инженера до заместителя директора. В годы работы в этом институте ему посчастливилось участвовать в выполнении проектных работ, связанных со строительством метрополитенов в Москве, Нижнем Новгороде, Свердловске, Новосибирске, Куйбышеве (Самара), Киеве, Харькове, Ташкенте, Баку, Тбилиси и Минске, что позволило получить огромный опыт и знания в строительстве подземных сооружений в самых различных грунтовых и гидрогеологических условиях и защитить диссертацию на звание «Кандидат технических наук».

С 1995 г. Илья Вениаминович работает в ЗАО «Объединение «Ингеоком». При его участии Объединение выполнило работы по строительству таких уникальных сооружений, как ТРК «Охотный Ряд» на Манежной площади, четырехуровневого паркинга на Площади Революции, центрального ядра ММДЦ «Москва-Сити». Но, по-прежнему, основным и любимым направлением его деятельности является метростроение. Под его техническим руководством велось строительство линии метро от ММДЦ «Москва-Сити» до станции «Киевская», станции «Славянский бульвар», перегонных тоннелей Арбатско-Покровской линии. В настоящее время Илья Вениаминович осуществ-

ляет техническое руководство по строительству объектов Третьего пересадочного контура и Калининско-Солнцевской линии.

Много сил, энергии и своих знаний Илья Вениаминович вложил в сооружение сложнейших объектов транспортной инфраструктуры г. Сочи при подготовке к зимним Олимпийским играм в 2014 г.

За свои заслуги в деле освоения подземного пространства И. В. Маковский удостоен звания Лауреата премии Совета Министров СССР, награжден знаками «Заслуженный экономист Российской Федерации», «Почетный транспортный строитель».

Приятно отметить, что Илья Вениаминович, наряду с огромным объемом производственной нагрузки, активно участвует в работе Тоннельной ассоциации России, являясь многие годы членом ее правления.

Правление и Исполнительная дирекция Тоннельной ассоциации России поздравляют Илью Вениаминовича Маковского со знаменательным Юбилеем и желают ему крепкого здоровья и дальнейших успехов во всех его делах, направленных на развитие Московского метрополитена и комплексное освоение подземного пространства столицы нашей страны.



27 февраля 2017 г. кандидату технических наук, доценту и заведующему кафедрой тоннелей и метрополитенов, руководителю научно-исследовательской лаборатории «Геотехника, тоннели и метрополитены» Новосибирского государственного университета путей сообщения Геннадию Николаевичу Полянкину исполнилось 70 лет!

ников, которые в настоящее время с успехом работают в области подземного строительства.

Плодотворную работу по подготовке квалифицированных инженерных кадров Геннадий Николаевич успешно совмещает с выполнением большого объема научных исследований. Им опубликовано более 150 научных и учебно-методических работ по транспортным проблемам. На протяжении многих лет он возглавляет и является научным руководителем научно-исследовательской лаборатории «Геотехника, тоннели и метрополитены» НИИЖТ. В сферу его научных интересов входят:

- изучение воздействия неблагоприятных природно-климатических факторов (обводненность, воздействие отрицательных температур, морозное пучение грунтов и т. п.) на верхнее строение пути и конструктивные элементы тоннелей и других искусственных сооружений;
- применение неразрушающих методов контроля при контроле качества выполненных работ;
- научно-техническое сопровождение строительства и реконструкции тоннелей и метрополитенов в сложных геологических и

суровых климатических условиях.

Под руководством Геннадия Николаевича велось научно-техническое сопровождение строительства и реконструкции железнодорожных тоннелей на Дальнем Востоке России, строительство тоннелей транспортной инфраструктуры г. Сочи. Его опыт и знания вошли в составленный им учебник для транспортных вузов страны «Бурозрывные работы в тоннелестроении».

Многообразие научных и преподавательских интересов не мешают Геннадию Николаевичу эффективно заниматься и общественной работой – на протяжении уже более 15 лет он является членом правления Тоннельной ассоциации России и возглавляет ее Сибирское отделение.

Уважаемый Геннадий Николаевич! Правление и Исполнительная дирекция Тоннельной ассоциации России поздравляют Вас с Юбилеем. Желаем здоровья и многих лет счастливой и плодотворной жизни, успехов в Вашей научной деятельности и в благородном деле подготовки квалифицированных научных и инженерных кадров для подземного строительства.



ИТОГИ XVIII ВСЕРОССИЙСКОГО КОНКУРСА «ИНЖЕНЕР ГОДА-2017»

Российский и Международный союзы научных и инженерных общественных объединений при участии Академии инженерных наук им. А. М. Прохорова и Межрегионального фонда содействия научно-техническому прогрессу подвели итоги очередного XVIII Всероссийского конкурса на звание «Инженер года-2017».

Конкурс является крупнейшим социальным проектом, реализуемым в России с целью выявления и распространения передового опыта и достижений инженерных кадров, лучших в своей сфере деятельности. Первые конкурсы были проведены в соответствии с распоряжениями Правительства РФ от 22 января 2001 г. № 77-р и от 10 октября 2002 г. № 1428-р.

Проведение Всероссийского конкурса «Инженер года» направлено на следующее:

- стимулирование интеллектуального труда в области науки и техники, в том числе среди молодёжи;
- развитие и популяризацию инженерно-технических специальностей;
- решение проблем дефицита инженеров на рынке труда;
- привлечение внимания общественности к вопросу подготовки инженерно-технических кадров в России и повышение их профессионализма;
- мотивацию творческого потенциала инженерно-технических кадров;
- укрепление имиджа и престижа инженерно-технических профессий;
- популяризацию творческих достижений наиболее одаренных и инициативных представителей инженерно-технических профессий.

Конкурс проходит при поддержке Министерства труда и социальной защиты РФ, Российской академии наук, Научно-технического совета Военно-промышленной комиссии Российской Федерации и других федеральных органов исполнительной власти, а также органов власти в большинстве регионов страны.

Всероссийский конкурс «Инженер года» проводится ежегодно по 43 номинациям в двух версиях: «Профессиональные инженеры» – для участников конкурса, имеющих стаж работы на инженерных должностях не менее пяти лет и «Инженерное искусство молодых» – для участвующих в конкурсе молодых специалистов в возрасте до 30 лет включительно. Конкурс проходит в два тура. Победители конкурса награждаются дипломом жюри конкурса, памятной медалью «Лауреат конкурса» и занесаются в Реестр профессиональных инженеров России.

Заинтересованную позицию в выдвижении лучших работников для участия во Всероссийском конкурсе неизменно демонстрируют руководители ведущих отечественных предприятий, организаций и учреждений, в том числе ПАО «Газпром», ПАО «Камаз», предприятия системы ООО

«ЛУКОЙЛ», ОАО «РЖД», ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «Татнефть» им. В. Д. Шашина, ОАО «Концерн Росэнергоатом», ФГУП ФНПЦ АО «Государственный Рязанский приборный завод», ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», Центральный аэрогидродинамический институт (ФГУП «ЦАГИ») г. Жуковский Московской области, АО «Центр судоремонта «Звездочка», АО Научно-производственное предприятие «Сплав» г. Тула и многие другие.

В жюри и экспертных комиссиях конкурса в 2017 г. были представлены видные российские ученые, конструкторы, инженеры, организаторы производств: член Президиума РАН академик Ю. В. Гуляев (председатель Жюри конкурса), научный руководитель Института проблем нефти и газа РАН академик РАН А. Н. Дмитриевский, председатель Научного совета по металлургии и металловедению академик РАН Л. И. Леонтьев, президент МГТУ им. Н. Э. Баумана, академик РАН И. Б. Федоров, д. э. н., президент Всероссийской организации качества Г. П. Воронин, член-корреспондент РАН, генеральный директор и генеральный конструктор АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева» Н. А. Тестоедов, директор Департамента оплаты труда, трудовых отношений и социального партнерства Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации М.С.Маслова, первый заместитель генерального директора – генеральный конструктор, научный руководитель АО «НПО «СПЛАВ», Герой России Н. А. Макаровец, ректоры ведущих технических вузов: ректор МГУ путей сообщения (МИИТ) д. т. н. Б. А. Лёвин, ректор НИЯУ МИФИ д. ф.-м. н. М. Н. Стриханов, руководители комитетов РосНИИО: д. т. н. С. П. Рудобашта, д. т. н. П. П. Безруких, ряд ответственных работников министерств и ведомств, руководителей крупнейших предприятий страны, международных и российских инженерных общественных объединений.

Многие конкурсанты предварительно прошли отбор на конкурсах в своих предприятиях или организациях, затем областной (или республиканский) тур конкурса «Инженер года». В целом на предварительном этапе в конкурсе участвовало более 70 тыс. человек из 57 регионов России. Они стали призерами в своих номинациях в регионах и на отраслевых научно-технических смотрах.

На этапах, предшествовавших общероссийскому смотру, серьезную организаци-

онную работу провели научно-технические общества, региональные отделения и дома науки и техники РосНИИО, научно-технические и ученые советы предприятий и вузов. За последние годы все большим авторитетом пользуются региональные конкурсы, проводимые в Республике Мордовия, в Ставропольском крае, Белгородской, Воронежской, Липецкой, Оренбургской, Иркутской, Тверской, Тульской, Тюменской, Ульяновской и Ярославской областях.

По итогам 2017 г. дипломами и памятливыми медалями «Лауреат конкурса» будут удостоены 212 участников конкурса по версии «Профессиональные инженеры» и 151 – по версии «Инженерное искусство молодых».

Об уровне победителей конкурса, по итогам 2017 г., получивших звание «Лауреат», дают представление такие статистические сведения: среди них 79 кандидатов наук и 10 докторов наук; 7 награждены орденами и медалями; 8 имеют звание «Заслуженный или почетный (специалист)» в сфере своей профессиональной деятельности; 5 являются лауреатами премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники. Многие из участников конкурса – изобретатели и рационализаторы производства, от внедрения изобретений которых получен многомиллионный экономический эффект.

Лауреатами конкурса 2017 г. по версии «Профессиональные инженеры» стали многие видные специалисты и организаторы сферы производства, профессионального образования и науки. Год от года возрастает и количество участвующих в конкурсе молодых талантливых инженеров.

Итоги конкурса свидетельствуют, что Россия богата одаренными, творческими специалистами, укрепляют уверенность в том, что преодоление экономических трудностей, вывод страны на процветающий путь развития и реализация Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации во многом зависит от роста их профессионализма, компетентности и дальнейшего развития инженерного дела.

Использование нравственного потенциала, результатов научной и инженерной деятельности, созданных лучшими представителями Российского научно-технического сообщества, в деле формирования истинных ценностей научного и инженерного труда будет постоянно оставаться заботой Российской и Международного союзов НИО, профессиональных отраслевых и территориальных организаций, входящих в их систему.

ТОННЕЛЬ ИЛИ ТУННЕЛЬ? КАК ПРАВИЛЬНО ПИШЕТСЯ ЭТО СЛОВО

TUNNEL... WHAT IS CORRECT SPELLING OF THIS WORD

В. В. Космин, академик РАТ, проф.

А. А. Космина, «Транспортное строительство», Москва

V. V. Cosmin, academician of Russian transport academy, Prof.

A. A. Kosmina, «Transport construction», Moscow

Рассматривается практика написания термина «тоннель (туннель)». Показаны разночтения в разных лексикографических источниках. Рекомендуется использовать термин «тоннель» в текстах транспортной (железнодорожной и автодорожной) тематики, а термин «туннель» – в гидротехнике, физике и др.

The practice of writing the 'tunnel' term is considered. Variances in different lexicographic sources for this term are shown. It is recommended to use the various writings of term 'tunnel' in the texts of the transport (railroad and railway) texts and in hydraulic engineering, physics, etc.

Нередко при поступлении к профессиональным редакторам и корректорам – филологам – текстов тематики, связанной с подземным строительством, возникает вопрос, как именовать протяженное подземное сооружение: тоннель или туннель. И для этого есть немало оснований. Дело в том, что в публикациях и в словарях указанное сооружение именуется по-разному, а иногда – и так, и сяк. В нормативных текстах присутствует как тоннель, так и туннель. Специалисты в области подземного транспортного строительства безальтернативно используют написание тоннель, филологи, лингвисты, лексикографы – по большей части – туннель, ставя его на первое место, отдавая предпочтение при допущении двойного написания.

Редакторов, корректоров можно понять – они руководствуются словарями. А там – полное разнообразие, неоднозначность, неопределенность.

В Словаре С. И. Ожегова и Н. Ю. Шведовой [1] присутствуют оба термина, но приоритет отдан туннелю, а при упоминании тоннеля дается ссылка на туннель. Аналогичная картина и в Словаре иностранных слов [2], и в Орфографическом словаре русского языка [3]. Также поступил и Л. П. Крысин, словарь которого [4] содержит около 25 тыс. слов и словосочетаний, вошедших в русский язык главным образом в XVIII–XX вв. (некоторые – в более раннее время), а также образованных в русском языке от иноязычных основ. Этот словарь является первым филологическим словарем иноязычных слов, в нем описываются свойства слова, а не обозначаемой им вещи: его происхождение (этимология), значение в современном русском

языке, а также произношение, ударение, грамматические характеристики, смысловые связи с другими иноязычными словами, стилистические особенности, типичные примеры употребления в речи, способность образовывать родственные слова. В более позднем словаре А. К. Шапошникова [5] дается такое определение: «Туннель (тоннель) – сооружение в виде коридора, по которому проложены пути (под землей, в горах, под каким-либо другим сооружением); *прилаг.* туннельный и туннельный. Известно в русском языке со 2-й трети XIX в., отмечается в словарях с 1837 и 1859 гг. (туннель) и с 1865 г. (тоннель)». Здесь имеем явную неоднозначность: сначала туннель (тоннель), затем – туннельный и туннельный. Следует обратить внимание на моменты времени появления того и другого написания в словарях: сначала туннель, а уже затем, позже – тоннель.

В авторитетном словаре М. Фасмера [6] есть статья «тоннель» со ссылкой на словари Д. Н. Ушакова (1948 г.), Н. Горяева (1896 г.) и Э. Гамильшера (1929 г.), а написание туннель отмечается как второстепенное.

В словаре В. В. Лопатина [7], содержащем более 160 тыс. статей, приведены обе версии – тоннель и туннель. Фундаментальный Словарь русского языка [8], подготовленный Институтом лингвистических исследований РАН, дает туннель и тоннель. Электронный научно-информационный «Орфографический академический ресурс АКАДЕМОС» Института русского языка им. В. В. Виноградова РАН (<http://orfo.ruslang.ru/>), содержащий нормативное написание более 200 тыс.

единиц русского языка согласно обновлениям «Русского орфографического словаря» (РОС 2012. – М., 2012) и положенный в основу широко используемого портала gramota.ru, дает обе версии (тоннель и туннель), как и Российский энциклопедический словарь [9] в книге 2 – тоннель и туннель. Большой энциклопедический словарь [10] содержит аналогичную рекомендацию: туннель (см. тоннель). Новый толково-словообразовательный словарь русского языка Т. Ф. Ефремовой (<https://slovar.cc/rus/efremova-slovo.html>) дает «туннель – см. тоннель».

Не делает различий Новый словарь иностранных слов (<https://slovar.cc/rus/inostr-nov.html>): туннель, тоннель как подземное (подводное) сооружение для прокладки ж.-д. путей, автомобильных и пешеходных дорог, сетей городского хозяйства, пропуск больших расходов воды и для других целей. Интересна трактовка словаря «Синонимы русского языка» 2012 г. (slovar.cc/rus/sinonim/1335703.html): туннель имеет синонимы *выработка, дюкер, тоннель*.

Более категоричны Словарь иностранных слов Т. В. Егоровой [11] – только туннель, и Полная акцентуированная парадигма по академику А. А. Зализняку (<https://slovar.cc/rus/zaliznyak.html>, 2012 г.) – только тоннель.

Таковы позиции лингвистов. И таковы их нормативные источники.

Иной выглядит точка зрения специалистов в области подземного транспортного строительства. Она практически однозначна: тоннель. Вся научная, учебная, методическая литература, все нормативы используют только тоннель. Официальные нормативные документы рассматри-

вают тоннели: Свод правил СП 122.13330.2012 «Тоннели железнодорожные и автодорожные», СНиП 32-04-97 «Тоннели железнодорожные и автодорожные», ГОСТ 24451-80 «Тоннели автодорожные. Габариты приближения строений и оборудования».

В вузах обучают на кафедрах тоннелей, окончившим вуз присваивается специальность по *тоннелям* (Общероссийский классификатор специальностей по образованию ОК 009-2003; код специальности 270201 «Мосты и транспортные тоннели»). В энциклопедиях [12] и [13] – однозначно тоннель. Издается журнал «Метро и тоннели» (<http://rus-tar.ru/public>). Многие десятилетия действует Тоннельная ассоциация России.

Общероссийский классификатор основных фондов ОК 013-2014 (СНС 2008) содержит позицию «220.42.13.10 Мосты и тоннели»; Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности ОК 034-2014 (КПЕС 2008) – позицию 42.13.1 «Мосты и тоннели». Российская академия архитектуры и строительных наук выпустила Руководство [14], в котором используется термин «тоннель».

Наряду с этим встречаются нормативные документы в области транспортного тоннелестроения, в которых используется термин «туннель»: это ГОСТ Р 51399-99 (ИСО 10815-96) «Вибрация. Измерения вибрации внутри железнодорожных туннелей при прохождении поездов», аналогично ГОСТ 31185-2002 с тем же наименованием.

Вместе с тем действуют своды правил СП 102.13330.2012 «Туннели гидротехнические. Актуализированная редакция СНиП 2.06.09-84», СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003 (с Изменением N 1). В ГОСТ 19185-73 «Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения» помещен термин *Гидротехнический туннель* как «подземная выработка, используемая в качестве водовода», и дана пометка, что использование термина *Гидротехнический тоннель* не допускается. Действует ГОСТ 33067-2014 (EN 13256:2005, EN 13491:2006) «Материалы геосинтетические для туннелей и подземных сооружений. Общие технические требования». Известны содержащие термин «туннель» нормативно-правовые документы: Об утверждении Списка производств, работ, профессий и должностей, работа в которых дает право на дополнительный отпуск за подземные, вредные и тяжелые условия труда работникам промышленно-производственного персонала, занятым на строительстве, реконструкции, техническом перевооружении и капитальном ремонте метрополитенов, туннелей и других подземных сооружений

(<http://docs.cntd.ru/document/9007675>); О распространении действия Постановления Совета Министров СССР И ВЦСПС от 2 июля 1990 года N 647 на промышленно-производственный персонал, занятый на подземных и открытых горных работах, на поверхности шахт, разрезов, карьеров и рудников, на транспортировке и обогащении полезных ископаемых, а также на работников, занятых на строительстве метрополитенов, туннелей и других подземных сооружений (<http://docs.cntd.ru/document/9012772>); Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам специфических профессий строительства метрополитенов, туннелей и других подземных сооружений специального назначения, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением (<http://legalacts.ru/doc/prikaz-minzdravsotsrazvitiya-rf-ot-07122010-n-1077n/>).

Однако вне сферы подземного строительства бытуют термины «туннель», «туннельный эффект». Примерами могут служить ГОСТ 18986.12-74 «Диоды полупроводниковые туннельные. Метод измерения отрицательной проводимости перехода», ГОСТ 18986.13-74 «Диоды полупроводниковые туннельные. Методы измерения пикового тока, тока впадины, пикового напряжения, напряжения впадины, напряжения раствора». Известен нормативный документ РД5.0626-89 «Судостроение. Трюмные грязевые коробки для машинных отделений и туннелей». В книге Б. Грина «Словарь современной физики из книг Грина и Хокинга» (<https://slovar.cc/fiz/grin-hoking.html>), вышедшей в 2012 г., рассматривается туннель как «трубообразная область пространства, соединяющая одну часть Вселенной с другой». В Книге рекордов Гиннеса 1998 года (<https://slovar.cc/ses/ginnes/2514022.html>) упоминается самый длинный в мире туннель – подводный гидротехнический туннель г. Нью-Йорк – Западный Делавэр (диаметр 4,1 м, длина 169 км).

В художественной литературе преимущественно «туннель». Например, широко известная книга Б. Келлермана [15], сборник зарубежной фантастики [16], сравнительно недавно изданная книга Г. Гаррисона [17].

Такое положение вызывает недоумение у пишущей – читающей публики. В 2017 г. в Википедии развернулась дискуссия, как правильно писать: тоннель или туннель. Единое мнение выработано не было. Решили оставить оба варианта как равноправные.

Сложившаяся ситуация применительно к нормативной, правовой, научно-

технической литературе представляется неопределенной, подход – неоднозначным, а в некоторых случаях – грозящим юридическими коллизиями. Необходимо решение, отражающее сложившиеся реалии. Можно предложить следующее: во всех случаях, касающихся подземных сооружений транспортного назначения, использовать термин *тоннель*, в иных случаях – гидротехника, физика и т. п. – *туннель*.

Ключевые слова

Лексикография, нормативная база, словари, тоннель, туннель.

Dictionaries, lexicography, normative base, tunnel.

Список литературы

1. Ожегов С. И., Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка: 4-е изд., доп. – М.: ООО «А ТЕМП», 2006.
2. Словарь иностранных слов. – М.: Русский язык, 1988.
3. Орфографический словарь русского языка: АН СССР, Институт русского языка. – М.: Русский язык, 1979.
4. Толковый словарь иноязычных слов. – 2-е изд., доп. – М.: Рус. яз., 2000.
5. Этимологический словарь современного русского языка / Сост. А. К. Шапошников: в 2 т. Т. 2. – М.: Флинта: Наука, 2010.
6. Фасмер М. Этимологический словарь русского языка. В 4 т. Т. 4 / 2-е изд., стереотип. – М.: Прогресс, 1987.
7. Русский орфографический словарь Российской академии наук. Отв. ред. В. В. Лопатин. – М., Азбуковник, 2000.
8. Словарь русского языка: Тт.1–4. 2-е изд. М.: Русский язык, 1999.
9. Российский энциклопедический словарь. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2001.
10. Большой энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1991.
11. Словарь иностранных слов современного русского языка. – М.: Аделант, 2014.
12. Железнодорожный транспорт. – М.: Большая российская энциклопедия, 1995.
13. Транспортное строительство: В 2 тт. Т. 1. – СПб, М.: Гуманитика, Трансстройиздат, 2001.
14. Руководство по комплексному освоению подземного пространства крупных городов. – М.: РААСН, 2004.
15. Келлерман Б. Туннель. – Куйбыш. кн. изд., 1958.
16. Брандис Е., Дмитревский В., Кан В. (сост.) Туннель под миром. – М.: Мир, 1965.
17. Гаррисон Г. Туннель во времени. – М.: Эксмо, 2006.

Для связи с авторами

Космин Владимир Витальевич

vvcosmin@mail.ru

Космина Анастасия Александровна

vvcosmin@mail.ru



ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ НА 106–107 км УЧАСТКА АРТЫШТА – ТОМУСИНСКАЯ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

В. И. Карасев, ДКРС – Хабаровск ОАО «РЖД»

В. Г. Лозин, ГИП ООО ПИИ «Бамтоннельпроект»

На Западно-Сибирской железной дороге введен в эксплуатацию один из самых современных железнодорожных тоннелей сети ОАО «РЖД». Строительство тоннеля обусловлено возросшими объемами добычи угля в Кузбасском регионе и его транспортировки по железным дорогам страны. Это наиболее значимый инвестиционный проект в железнодорожную инфраструктуру региона за последние годы. Объем инвестиций составил более 6 млрд руб.

Ввод искусственного сооружения в постоянную эксплуатацию состоялся 14 декабря 2017 г.

Проjekt реконструкции железнодорожного тоннеля на Западно-Сибирской железной дороге разработан в соответствии с заданием ОАО «РЖД» от 28.05.2011 г.

Заказчик: Хабаровская группа заказчика по строительству объектов железнодорожного транспорта – обособленного структурного подразделения Дирекции по комплексной реконструкции железных дорог и строительству объектов железнодорожного транспорта – филиала ОАО «РЖД» (ДКРС – Хабаровск ОАО «РЖД»)

Проектировщики: генеральный проектировщик – Институт по проектированию инженерных сооружений и промышленных предприятий путевого хозяйства и геологическим изысканиям «Сибгипротранспуть» – филиала АО «Росжелдорпроект» с привлечением субподрядных проектных организаций: ООО ПИИ «Бамтоннельпроект» и ОАО «Сибгипротранс».

Генеральный подрядчик строительства – АО «Строй – Трест».

Существующий железнодорожный тоннель расположен в Кемеровской области в 30–35 км северо-восточнее г. Новокузнецка, на однопутном участке (на I пути) перегона Курегеш – Карлык, являющегося частью железнодорожной линии Артышта – Томусинская, соединяющей Южно-Сибирскую магистраль и южные районы Кузбасса с западными участками железнодорожной сети России в обход Новокузнецкого железнодорожного узла.

Существующий тоннель – однопутный, длиной 1157,87 м, построен в 1963–1967 гг. по габариту приближения строений С, под один путь колеи 1520 мм.

Тоннель пересекает хребет Осиновая Гора – водораздел между реками Есаулка и Абашева, в его самом узком месте. Максимальная глубина заложения тоннеля – 90 м.

По результатам обследований, производимых в 2008 и 2010 гг., техническое состояние обделки тоннеля и состояние дренажных и водоотводных устройств обуславливают низкую эксплуатационную надежность тоннеля с интенсивным развитием деградиционных процессов в конструкциях и устройствах тоннельного сооружения.

Решение о необходимости реконструкции объекта принято ОАО «РЖД» в 2011 г.

Проектные и изыскательские работы по объекту начаты во втором квартале 2011 г., а 10 августа 2012 г. было выдано положительное заключение ФАУ «Главгосэкспертиза

России». После получения от отдела архитектуры и градостроительства администрации Новокузнецкого района разрешения на строительство к комплексу работ по реконструкции тоннеля приступили и подрядные строительные организации.

Титул «Реконструкция тоннеля» включает в себя:

- строительство нового однопутного тоннеля II пути, расположенного в 30 м (в осях) южнее существующего тоннеля;
- строительство многофункциональной (сервисной эвакуационно-дренажно-вентиляционной) штольни, расположенной между тоннелями;
- консервацию существующего тоннеля I пути и существующей тупиковой штольни;
- переустройство железнодорожного пути на границе участка проектирования II главного пути (в пределах ПК 1039+50 ПК 1071+00), с реконструкцией и строительством искусственных сооружений на железнодорожных подходах;
- реконструкцию устройств ЭЦ станции Курегеш;
- переустройство СЦБ и контактной сети;
- переустройство объектов ВОХР;
- устройство надгоннельных водоотводов.

Строительные площадки располагались в непосредственной близости от границ отведенных земель с действующей железнодорожной линией (I пути) участка Артышта – Томусинская Западно-Сибирской ж. д. Выше перечисленное обстоятельство принималось в расчет при разработке проекта организации строительства с необходимым выполнением следующего комплекса мероприятий:

- устройство временных автодорог и подъездов к строительным площадкам;
- устройство источников водоснабжения для бесперебойной функционирования строительных площадок и подземных выработок на весь период ведения строительных и монтажных работ в соответствии с техническими условиями;
- устройство временных сетей электроснабжения на период реконструкции тоннеля, в соответствии с выданными техническими условиями;
- доработка подходных выемок со стороны Западного и Восточного порталов проектируемого тоннеля (II пути) и сервисной штольни, сооружение подпорных стен;
- устройство расчетного крепления откосов, а также стен свайного ограждения в припортальных выемках со стороны существующего тоннеля;

- организация мониторинга за подвижками земной поверхности, в зоне эксплуатируемых сооружений и в зоне ведения строительных работ.

Строительство нового тоннеля и сервисной штольни

Инженерно-геологические условия строительства тоннеля и штольни относятся к I группе сложности по инженерно-геологическим условиям.

Горный массив, пересекаемый горными выработками, сложен коренными породами верхнепермского возраста, представленными угленосным флишем (алевролиты с прослоями песчаников, аргиллитов и углей), коэффициент крепости по шкале Протодьяконова $f = 1,5-4,0$.

Проектируемый тоннель протяженностью 1157,96 м имеет односкатный профиль с уклоном $i = 5,2 \text{ ‰}$ к Западному порталу.

Штольня располагается слева от проектируемого тоннеля с привязкой в осях 16 м. Привязка уровня головки рельса штольни к уровню головки рельса тоннеля – 2 м. Протяженность штольни – 1157,96 м.

В плане трассы тоннеля и штольни находятся на прямой.

Внутреннее очертание тоннельной обделки назначено с учётом размещения габарита приближения строений «С» для прямых участков электрифицированных железных дорог с контактной подвеской с несущим тросом, а также с учётом размещения за пределами габарита приближения строений.

Поперечное очертание сборной железобетонной обделки штольни предусматривает размещение в его пределах габарита эвакуационного прохода, водоотводного лотка, сантехнического, электротехнического оборудования и коммуникаций.

Строительно-монтажные работы при сооружении нового тоннеля и сервисной штольни велись с использованием набора высокотехнологичной горнопроходческой техники.

В соответствии с инженерно-геологическими, горно-техническими и гидрогеологическими условиями проходка нового тоннеля осуществлялась уступным способом с использованием проходческих комбайнов МТ520, проходка сервисной штольни – тоннелепроходческим механизированным комплексом (ТПМК) «Lovat» RMP167SE.

Сбойка тоннеля



Начало строительства. Торжественный пуск ТПМК «Lovat» RMP167SE



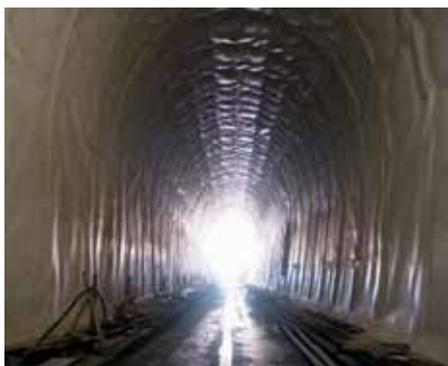
Механизированная разработка породы

Проходка тоннеля и штольни (подземная часть) начата 14 сентября 2012 г.

Строительство тоннеля и штольни сопровождалось предварительным выполнением комплекса укрепительных мероприятий, включающих применение специальных способов и видов работ. Мероприятия выполнялись с целью обеспечения общей устойчивости, как откосов выемок и стен котлованов на припортальных участках проектируемых подземных выработок, так и горного массива под землей в течение всего периода горно-капитальных работ.

В состав основного периода строительства тоннеля входили следующие виды работ (в порядке очередности по выполнению):

- разработка выемок для врезки тоннеля и штольни со стороны Западного и Восточного порталов с устройством крепления откосов (анкеров, металлической сетки и набрызг-бетона) и вертикальных стен котлованов (из буронабивных свай и набрызг-бетона);
- устройство опережающих защитных экранов из труб над врезными участками тоннеля и сервисной штольни;

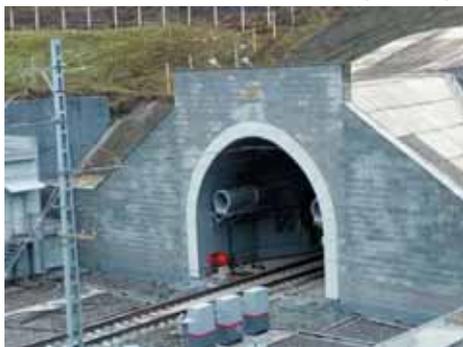


Комплекс работ по устройству постоянной обделки в тоннеле



Комплекс работ по устройству верхнего строения в тоннеле

Подготовка объекта к сдаче в постоянную эксплуатацию



• поэтапное сооружение (соответственно по калотте и штроссе) оголовков тоннеля со стороны Западного и Восточного порталов тоннеля.

В состав основного периода строительства сервисной штольни входили:

- устройство на участке припортальной выемки со стороны Западного портала стартовой камеры, железобетонного ложа для монтажа щитового комплекса ТПКМ типа «Lovat» RMP167 SE;

- монтаж ТПКМ и технологических тележек захвостового комплекса щита;

- передвижка ТПКМ в стартовую камеру, монтаж конструкций упора для врезки и последующей проходки сервисной штольни.

При проходке тоннеля и сервисной штольни в интервалах трассы, характеризующихся наличием уголеносного флиша, прогнозировалось в различной степени газовыделение метана, в связи с чем выработки переводились на газовый режим. Проектом предусматривалось оснащение подземных выработок комплектом газоаналитического оборудования (КГО) по КР-1835/1 и КР-1835/2. Объектами контроля и управления, оценки и прогноза КГО являлась рудничная атмосфера горных выработок. Комплект газоаналитического оборудования обеспечивал безопасную эксплуатацию подземных выработок.

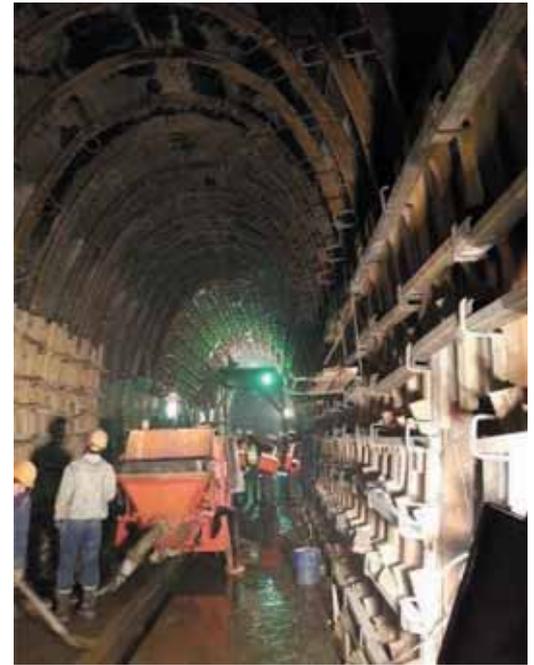
При проходке нового тоннеля по трассе его максимальное сечение составляло 75 м². В качестве временной крепи использовалась арочная крепь из балок I № 30/1 № 24. Установка арки в проектное положение осуществлялась аркоустановщиком типа «Himes 9915BA». Проходка тоннеля велась с обоих порталов встречными забоями. После сбойки тоннеля производилась доработка нижней части сечения тоннеля. Величина заходки составляла 1 м.

В ноябре 2013 г. произошла сбойка по тоннелю при проходке его верхней части.

На пройденных участках по своду и стенам выработки производилась установка двухслойной гидроизоляции и арматуры постоянной обделки.

Для механизированной укладки бетона при возведении постоянной обделки тоннеля использовались стальные передвижные опалубки «Сага-Когии». Укладка бетона за опалубку производилась стационарными бетононасосами типа «BSA 1002-E-Multi» фирмы «Putzmeister» производительностью 22 м³/ч.

Для обеспечения стабильности железнодорожного пути, уменьшения расходов на его текущее содержание проектом предусмотрено сооружение безбалластного верхнего строения пути (ВСП) на малогабаритных железобетонных рамах МР-Т4М-1520 (с шириной колеи 1520 мм) с рельсовым скреплением типа ЖБР-65ПШМ. Для плавного изменения жесткости верхнего строения пути на подходах к тоннелю выполнены участки пути переменной жесткости на щебеночном балласте. Для гашения вибра-



Консервация тоннеля. Усиление обделки

ций в тоннеле в основание ВСП уложены демпферные маты Datwyler.

Железнодорожный тоннель оснащен автоматизированной системой управления технологическими процессами (АСУ ТП). Целью создания системы является автоматическое управление следующим инженерно-техническим оборудованием:

- система аварийной вентиляции для защиты путей эвакуации (сбойки) во время пожара в тоннеле;
- противодымная вентиляция в тоннеле (удаление дыма через портал);
- система вентиляции штольни и сбоек (периодическое проветривание);
- система газоаналитического оборудования;
- система обогрева лотков, электропитание.

Также в тоннеле предусмотрена система автоматического пожаротушения (АПС) и система видеонаблюдения. Данные системы входят в общую систему автоматического управления (АСУ ТП).

После открытия рабочего движения по новому железнодорожному тоннелю, которое состоялось 26 сентября 2017 г., начаты работы по консервации существующего тоннеля.

Консервация существующего тоннеля

В составе комплекса мероприятий по консервации существующего тоннеля до момента реконструкции выполнялся минимальный комплекс работ (согласно ПБ 03-428-02), а именно:

- демонтаж внутренних конструкций электропитания, контактной сети;
- демонтаж рельсошпальной решетки, щебеночного балластного слоя ВПС, внутри-тоннельных водоотводных лотков;
- планировка основания тоннеля с подсыпкой щебеночного слоя под устройство



Восточный портал



Западный портал

покрытия из черного бетона с центральным водоотводным лотком;

- мероприятия по усилению монолитной бетонной обделки. Для усиления обделки принята расчетная конструкция крепи, состоящая из арок двуглавых № 20 (с шагом 1 м), устанавливаемых на железобетонных анкерах по периметру внутреннего контура обделки, с покрытием металлоконструкций крепи слоем монолитного бетона класса В25. Длина участка усиления 150 м от Восточного портала;

- монтаж съемных перекрытий центрального водоотводного лотка из металлических крышек;
- монтаж металлических перегородок с одностворчатыми воротами для пропуска транспортных средств и дверями для прохода людей на порталных входах в тоннель;
- монтаж системы вентиляции для проветривания тоннеля.
- монтаж в тоннеле дежурного освещения на период консервации сооружения.

Сдача объекта в постоянную эксплуатацию состоялась в декабре 2017 г.

На баланс Западно-Сибирской железной дороге передан новый однопутный железнодорожный тоннель длиной 1157,96 м,

сервисная штольня и существующий тоннель в «режиме консервации».

С открытием движения поездов по новому тоннелю отменено действующее в настоящее время ограничение скорости движения поездов 40 км/ч, тем самым ликвидировано «узкое место» на линии Артышта – Томусинская, соединяющей Южно-Сибирскую магистраль и южные районы Кузбасса с западными участками железнодорожной сети России в обход Новокузнецкого железнодорожного узла. Поезда по участку Курегеш – Карлык будут следовать со скоростью до 100 км/ч, что позволяет значительно повысить пропускную способность участка железной дороги.

Ключевые слова

Реконструкция тоннеля, сервисная штольня, консервация тоннеля, переустройство железнодорожного пути.

Для связи с авторами

Карасев Владимир Иванович
lozinvg@btp-nsk.ru
Лозин Владислав Геннадьевич
lozinvg@btp-nsk.ru



О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ В ДЕЙСТВУЮЩИХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЯХ

А. Н. Филимонов, ОАО «РЖД»

В статье предложены к рассмотрению вопросы, связанные с обеспечением безопасности работников, обслуживающих железнодорожные тоннели кругового очертания, которые построены с применением тоннелепроходческих механизированных комплексов (ТПМК).

Отечественная система текущего содержания искусственных сооружений на сети железных дорог предполагает выполнение ряда работ в железнодорожных тоннелях по их содержанию и мониторингу состояния при движении по ним поездов. Исключением является Байкальский тоннель, где нахождение людей внутри сооружения возможно только в «технологические окна».

Для обеспечения безопасности людей, обслуживающих сооружение, а также для укрытия ручной дрестины, инструмента и инвентаря, при проходе поезда, в железнодорожных тоннелях, построенных «горным способом», предусматривается сооружение ниш и камер. Их размеры и расположение по длине сооружения регламентированы соответствующими нормативными документами и ведомственными инструкциями [1], [3]. Ниши и камеры «утоплены» в обделку и поэтому вполне могут защитить от поезда в случае его схода с рельсового пути и от других неприятностей.

Но с началом применения для строительства тоннелей тоннелепроходческих механизированных комплексов (ТПМК) появилась серьезная проблема, связанная с возможностью обеспечения той самой безопасности. Дело в том, что сооружение в сборной высокопрочной обделке кругового очертания ниш и камер в их классическом виде и с той же частотой расположения по длине сооружения, по мнению специалистов, существенно повлияло бы на снижение ее несущей способности и водонепроницаемости. И тогда были предприняты попытки решения этой проблемы путем изменения конструкций укрытий.

Сначала, по аналогии с тюбинговым участком Амурского подводного тоннеля, предлагалось устройство бокового прохода, который представлял собой металлическую конструкцию, с настилом, возвышающимся на ~180 см над уровнем головки рельса (УГР) и лестничными стопами для подъема на этот настил или спуска на путь. Эта конструкция была применена на «новом» Кузнецовском тоннеле, построенном с использованием ТПМК, и ее применение даже было зафиксировано в соответствующем своде правил [1]. Но в дальнейшем, из-за ряда существенных не-



Рис. 1. Ниша в тоннеле, построенном горным способом

достатков, ее использование было прекращено.

Далее проектные организации приняли решение о сооружении внутри тоннеля (между железнодорожными путями и обделкой) укрытий в виде строений коробчатого типа из монолитного железобетона. Эти сооружения открыты со стороны путей и по кривой примыкают тыльной стороной к обделке. Они имеют те же размеры и расположены с тем же шагом, что ранее сооружаемые ниши и камеры. В результате внутри тоннеля по всей его длине получаем сооружения, необходимость которых, а главное – функциональность с точки зрения обеспечения безопасности, ставится под сомнение. Дело в следующем:

- сооружения занимают существенный объем в и без того стесненном пространстве транспортного тоннеля и затрудняют передвижение обслуживающего персонала вдоль сооружения;

- при сходе с рельсового пути и столкновении, поезд без сомнения разрушит или нанесет существенный урон оказавшемуся на его пути предлагаемому укрытию со всем, что в нем находится, т. е. о безопас-

ности людей в данном случае говорить не приходится.

Следовательно, из всех перечисленных в начале статьи защитных функций укрытий в виде ниш и камер возводимые внутри тоннеля сооружения смогут защитить только от предметов, которые могут сорваться с поезда или волочиться за ним.

Поэтому рекомендуется перейти к укрытиям облегченного типа. Основное требование к ним – обеспечение защиты людей от предметов, которые могут сорваться с поезда или волочиться за ним. Их функциональные возможности должны быть обоснованы соответствующими расчетами и испытаниями образцов. С точки зрения компоновки таких укрытий, по мнению автора, рассмотрению подлежат два основных варианта:

- постоянно собранные и демонтируемые при необходимости;

- находящиеся в «свернутом» виде, но и приводимые в «рабочее положение» при необходимости.

Безусловно, каждый из этих двух вариантов может иметь свои подварианты, отличающиеся друг от друга конструктивно, а также технологиями изготовления, применяемыми материалами и т. д. Применение та-

кой сборно-разборной конструкции даст возможность получения дополнительного свободного пространства внутри тоннеля, что может обеспечить дополнительные эксплуатационные возможности – механизированную транспортировку тех же инструментов, инвентаря и материалов, что особенно актуально при отсутствии транспортной штольни.

Кроме того, для удержания в колее поезда при сходе его с рельсового пути в обязательном порядке, даже в однопутном тоннеле необходимо укладывать контруголок.

Камеры в тоннелях, построенных при помощи ТПМК, под складирование инструмента и инвентаря также не нужны, т. к. для этого можно использовать зону между обделкой и железнодорожным путем, при условии соблюдения требований размещения габарита приближения строений «С» [2]. Размеры этой, назовем условно «рабочей зоны», возможно увеличить смещением оси пути относительно оси тоннеля, и также при обязательном соблюдении требований размещения габарита приближения строений «С».

Наиболее рационально расположение «рабочей зоны», относительно оси тоннеля – со стороны входов в эвакуационные проходы при возникновении чрезвычайной ситуации. Это существенно улучшит условия эвакуации людей. Укрытия для обслуживающего персонала (см. выше) рекомендуется также размещать в «рабочей зоне».

Таким образом, проблема обеспечения безопасности людей, обслуживающих же-

лезнодорожные тоннели, построенные с использованием ТПМК, актуальна и требует решения.

Однако, несмотря на то, что в статье рассматриваются только мероприятия конструктивного характера, по мнению автора, необходимо также проработать возможность внедрения организационных мероприятий. А именно – исключить пребывание в условиях движения поездов в транспортных тоннелях людей, находящихся вне этих поездов. Все передвижения и работы внутри сооружений должны производиться только в «технологические окна». При рассмотрении этого варианта необходимо будет в обязательном порядке учесть все факторы, которые могут повлиять на длительность и частоту представления «технологических окон».

Безусловно, проблема безопасности людей, обслуживающих транспортные тоннели, в том числе построенные при помощи ТПМК, намного шире и не ограничивается только вопросами, которые автор попытался осветить в настоящей статье. Она должна решаться комплексно. Но это отдельная тема, требующая отдельной проработки.



Рис. 2. Камера для складирования инструмента и инвентаря

Ключевые слова

Железнодорожный тоннель, обделка кругового очертания, защитное укрытие.

Список литературы

1. ГОСТ 9238-2013 «Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений».
2. СП 122.13330.2012 «Тоннели железнодорожные и автодорожные».
3. Инструкция по содержанию искусственных сооружений (ЦП 628).

Для связи с автором

Филимонов Александр Николаевич
yaxont4@yandex.ru



23 января 2018 г. горному инженеру-строителю, доктору технических наук, профессору Михаилу Викторовичу Корнилку исполнилось 60 лет!

котором занимается проектной и научной деятельностью в области промышленной безопасности, шахтного строительства и взрывного дела, готовит инженерные кадры для подземного и шахтного строительства. С 1996 г. является заведующим кафедрой шахтного строительства Уральского государственного горного университета.

Михаил Викторович является автором и соавтором более 80 научных и учебно-методических трудов по вопросам шахтного и подземного строительства, комплексного освоения подземного пространства крупных городов, технологии и безопасности взрывных работ. Участник разработки многих проектов по комплексному освоению подземного пространства Екатеринбурга.

С 2002 г. М. В. Корнилков является членом Тоннельной ассоциации России, а в 2005 г. избран председателем ее Уральского отделения.

Заслуги Михаила Викторовича отмечены золотым знаком «Горняк России» и знаком «Шахтерская слава» II степени, ему присвоено звание «Почетный работник высшего образования».

Правление и Исполнительная дирекция Тоннельной ассоциации России поздравляют Юбилера со столь знаменательной датой и желают ему крепкого здоровья, долгих лет жизни и больших успехов в научной деятельности и благородном деле подготовки квалифицированных специалистов для подземного строительства!



В 1979 г. Михаил Викторович с отличием окончил Свердловский горный институт им. В. В. Вахрушева по специальности «Строительство подземных сооружений и шахт». Всю свою трудовую жизнь связал с родным институтом, в

СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ VSM ФИРМЫ «ХЕРРЕНКНЕХТ АГ» (ГЕРМАНИЯ) ДЛЯ СООРУЖЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПАРКОВОК

Ю. Е. Соломатин, ООО «Херренкнехт тоннельсервис»

Приведен обзор проектов сооружения вертикальных стволов с применением технологии VSM. Обозначены перспективы данной технологии для устройства подземных гаражей и автостоянок, включая автоматизированную парковку. Подчеркивается, что создание подземных автостоянок может являться приоритетным направлением освоения подземного пространства Москвы.

В последнее десятилетие мы наблюдаем всё более возрастающий интерес к освоению подземного пространства в крупных мегаполисах.

Одним из решающих факторов здесь является увеличение пассажиропотока, которое приводит к сложной ситуации на транспорте.

Развитие метрополитена и системы автодорожных тоннелей призвано решить проблему.

Вместе с тем, подземное строительство в городах сопряжено с определёнными трудностями: это и плотная застройка, насыщенность коммуникациями, активное дорожное движение, экономические рамки реализации проекта.

В некоторых случаях сюда добавляются сложные гидрогеологические и инженерно-геологические условия.

Стратегическим направлением при решении подобных задач является использование прогрессивных технологий с применением механизированных проходческих комплексов.

Они позволяют обеспечить совмещение и непрерывность основных операций проходческого цикла, снизить продолжительность и стоимость строительства, повысить производительность труда и качество продукции, эффективность использования ресурсов.

Одним из главных факторов предпочтительного применения механизации работ является обеспечение безопасности труда рабочих и управление рисками.

Современные технологии являются как совершенно новыми разработками, так и модернизированными вариантами традиционных способов.

Одной из самых сложных задач при строительстве подземных сооружений остаётся проходка стволов.

От сроков и качества сооружения ствола во многом зависит дальнейшее строительство объекта.

Обзор проектов, реализованных с применением технологии VSM

Прогрессивные технологии при проходке стволов, в частности, для строительства

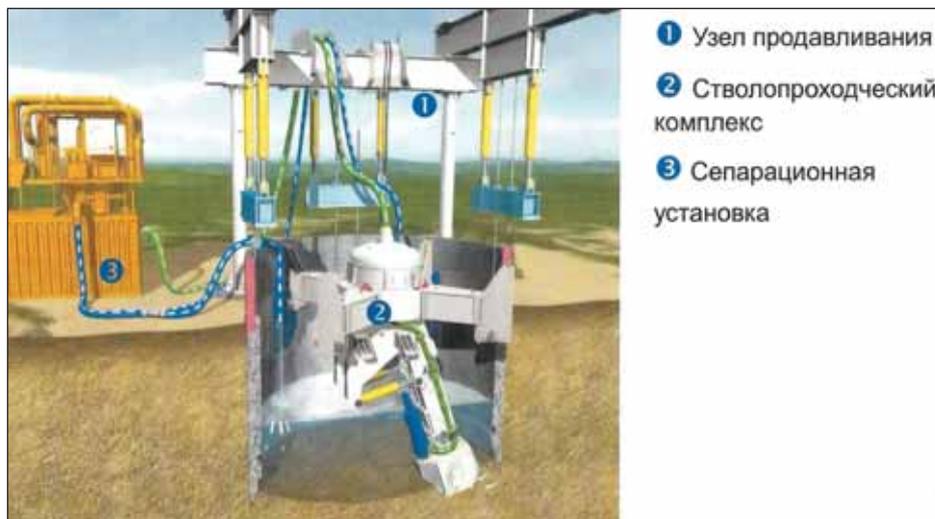


Рис. 1. Устройство VSM



Рис. 2. Сепарационная установка для VSM

метрополитена в Москве, стали активно внедряться только в последнее десятилетие. Стволы проходились преимущественно с применением традиционных специальных способов, пока на смену им не пришли механизированные способы безлюдной выемки грунта.

Стволопроходческий комплекс VSM (Vertical Shaft Sinking Machine) был специально разработан для условий сильной обводненности и крайней нестабильности окру-

жающих пород (рис. 1). В состав комплекса входит сепарационная установка (рис. 2).

Комплекс позволял быстро и безопасно сооружать вертикальные стволы диаметром до 12 м и в перспективе глубиной до 140 м. За последние годы техника успела пройти проверку, работая в различных геологических условиях на территориях нескольких стран (табл.).

АО «Трансинжстрой» по проекту АО «Метрогипротранс» впервые применило про-

Таблица

Реализованные проекты VSM

№ проекта	Страна	Обделка ствола	Кол-во стволов	Диаметр внутр./внешн.	Макс. глубина, м	Геология	Макс. скорость проходки, м/день
V-001	Кувейт	Заливка бетоном, опалубка	5	8,0/8,8	27	песок, грунтовые воды	5
V-001	Саудовская Аравия	Заливка бетоном, опалубка	11	6,5/7,3; 6,5/7,7; 10/11	45	глина, грунтовые воды	2
V-003	Россия, Санкт-Петербург	Сборная ж/б обделка	5	7,7/8,4; 7,7/8,5; 5,5/6,2	75	глина, песок, грунтовые воды	4
V-004	Израиль, Иерусалим	Анкерная крепь, торкрет бетон	4	9,6; 6,9	160	глина, доломиты (<200 МПа)	5
V-005	Россия, Москва	Сборная ж/б обделка	1	7,8/8,5	65	глина, песок, грунтовые воды	3,5
V-006	Германия, Дортмунд	Сборная ж/б обделка	1	9/9,8	30	известняк, грунтовые воды	2
V-006	Италия, Неаполь	Сборная ж/б обделка	7	4,5/5,3	45	грунтовые воды	4,9
V-007	Испания, Барселона	Сборная ж/б обделка	2	9/9,8	54	песок, глина, гравий, грунтовые воды	2,5
V-008	Испания, Жерона	Сборная ж/б обделка	3	5,25/5,95	17	глина, грунтовые воды	3,4
V-009	Россия, Санкт-Петербург	Сборная ж/б обделка	3	7,7/8,4	83	песок, глина	макс. 4,9 м/день

грессивные технологии при сооружении стволов в 2007 г. Для строительства вертикального ствола № 463а на участке Митинско-Строгинской линии Московского метрополитена от станции «Парк Победы» до станции «Кунцевская» был использован механизированный стволопроходческий комплекс VSM фирмы «Херренкнехт» [1]. Диаметр пройденного ствола – 8,5 м, глубина 65 м. Вмещающий массив характеризовался чередованием неустойчивых обводнённых и глинистых грунтов. Днище ствола располагалось в известняках средней крепости. Применение такой технологии показало значительные преимущества по сравнению с традиционными методами проходки стволов.

Перспективное применение технологии VSM

Подземные гаражи и автостоянки

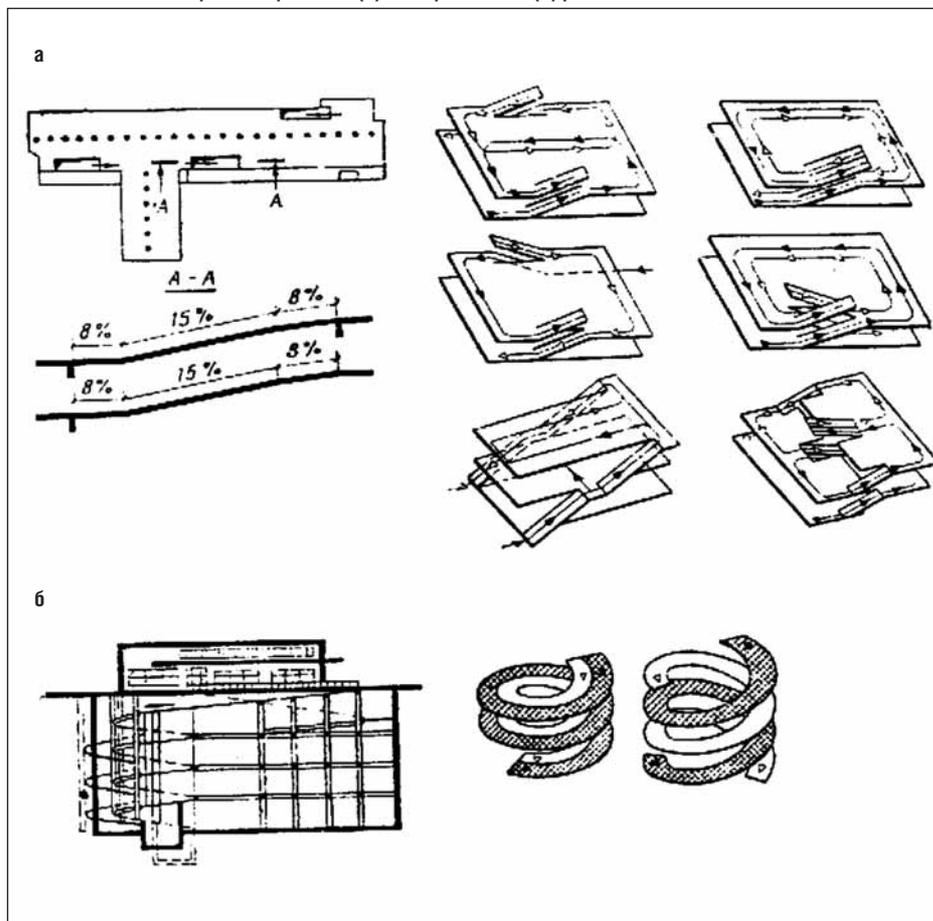
Для решения городских проблем при развитии транспортной инфраструктуры мегаполиса безусловный интерес представляют подземные гаражи и автостоянки, занимающие небольшую городскую территорию (рис. 3).

Как известно, по способу въезда автомобиля и перемещения с яруса на ярус различают следующие типы стоянок и гаражей:

- рамповые – самые распространенные;
- механизированные – рампы отсутствуют,

а автомобили подаются на нужный ярус в лифтовых подъёмниках и устанавливаются

Рис. 3. Подземные гаражи с прямыми (а) и спиральными (б) рампами



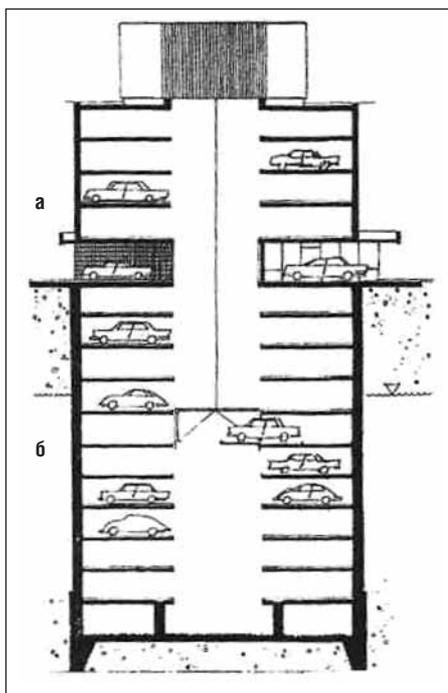
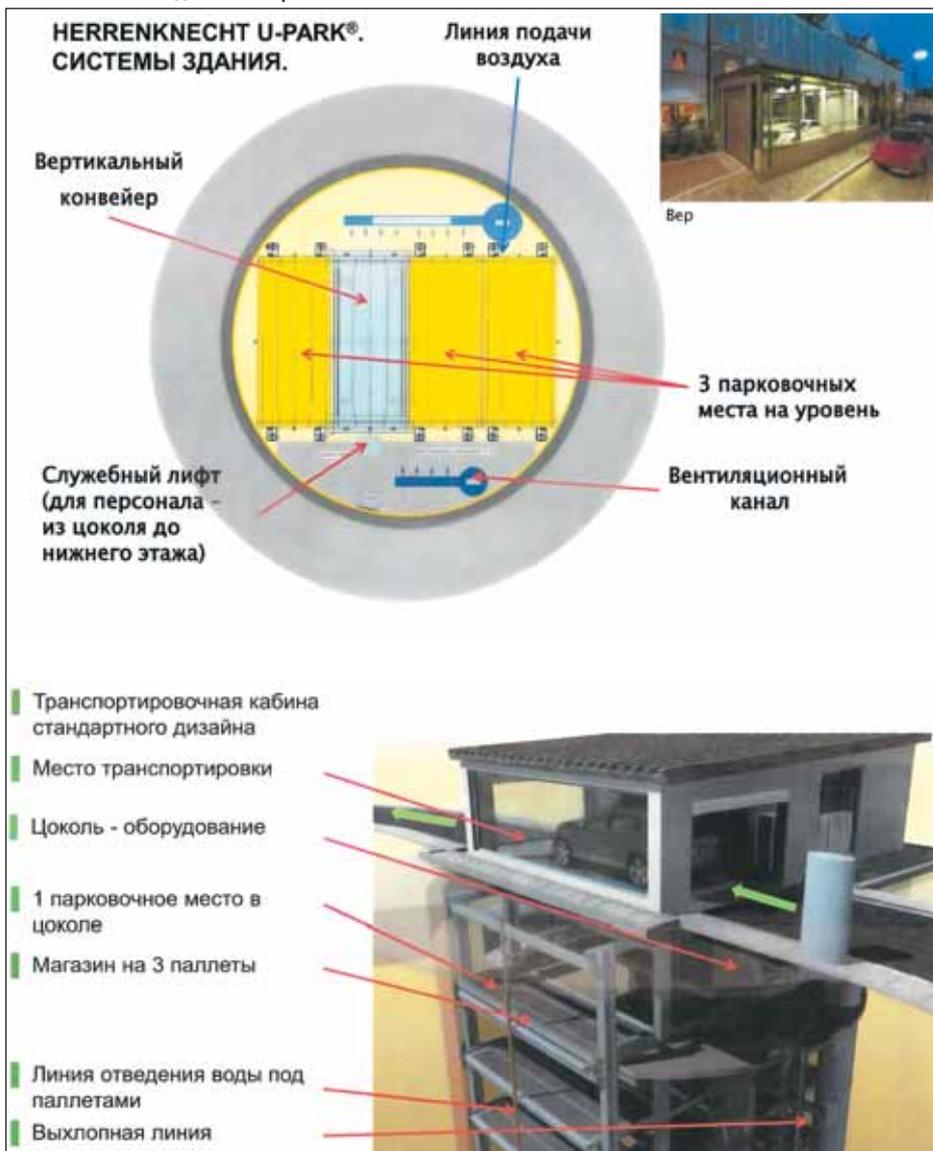


Рис. 4. Наземно-подземный механизированный гараж



Рис. 5. Автоматическая парковочная станция на ул. Доннерсберг, Мюнхен

Рис. 6. Системы подземной парковки



водителем или персоналом на стояночную площадку;

- автоматизированные – все операции по перемещению автомобиля выполняются средствами дистанционного управления без доступа на стоянку обслуживающего персонала.

Если гараж имеет в плане прямоугольное очертание, то он оборудуется специальными боксами с подвижными тележками, которые подаются к шахте лифтового подъемника для приема и выдачи автомобилей. В случае если гараж имеет в плане круговое очертание, на каждом из его ярусов устраивают поворотную платформу, которая, после подъема автомобиля специальным лифтом на определенный ярус и перемещения его на платформу, может поворачиваться и останавливаться против любого бокса.

Механизированные многоярусные гаражи сооружаются блоками. Вместимость каждого блока подземных автостоянок с механизированным устройством не должна превышать 30 машиномест. При превышении этого количества, в соответствии с правилами противопожарной безопасности, необходимо предусматривать не менее одной ramпы для выезда автомобилей наружу. Если компоновка гаража предусматривает несколько блоков, то между ними предусматриваются противопожарные перегородки с огнестойкостью не менее 2,5 часов.

Определенное распространение в последние годы получают наземно-подземные механизированные гаражи, например, по типу построенного в г. Эссене (ФРГ), имеющего пять наземных и десять подземных ярусов (рис.4).

Механизированные гаражи из-за механических подъемников обходятся существенно дороже гаражей с ramпами.

Состав, площадь помещений и параметры автостоянок с механизированными устройствами для перемещения автомобилей устанавливаются в соответствии с техническими особенностями используемой системы парковки и перемещения автомобилей. Посты технического осмотра, мелкого технического ремонта, помещения дежурного персонала, насосные пожаротушения и водоснабжения, трансформаторные размещаются не ниже первого этажа подземного сооружения. Не допускается предусматривать посты технического осмотра и мелкого технического ремонта в автостоянках, размещаемых под жилыми домами, и разделять места стоянки автомобилей на боксы.

При проектировании подземных гаражей и автостоянок важное место отводится инженерным системам. Особое внимание уделяется вентиляции, которая должна обеспечивать не менее 6-кратного обмена воздуха в час. Обычно устраиваются две независимые вентиляционные сети, каждая из которых должна включаться автоматически при отключении другой. Вентиляционные системы должны быть приточно-вытяжными и выполняться отдельными для каждого этажа. Обязательным требованием является оборудование подземного гаража контрольно-измерительной аппаратурой, фиксирующей превышение предельной концентрации угарного газа. В этих случаях должны автоматически включаться резервные мощности, которые обязательно предусматриваются при числе подземных этажей три и более.

Для решения городских проблем при развитии транспортной инфраструктуры мегаполиса безусловный интерес представляют автоматизированные парковки шахтного типа, при эксплуатации которых на поверхности используется территория минимальной площади (рис. 5).

VSM для сооружения автоматизированной парковки

Установка автоматизированной парковки состоит из цилиндрического корпуса вертикального ствола под землей и центральной автоматизированной лифтовой системы для парковки и хранения автомобилей в индивидуальных отсеках (рис. 6).

Круговая конструкция обеспечивает ее лучшую устойчивость в окружающем грунте и может служить частью фундамента вышестоящего здания или другого сооружения.

Функционирование системы предполагает, что после заезда на территорию парковки в зону приема транспортного средства, водитель выключает автомобиль и выходит к месту оплаты (терминал). Ворота безопасности блокируют зону приема автомобиля, а автомобиль на лифтовом механизме погружается, вращается и подается на парковочное место.

Характеристики VSM 18000:

Диапазон диаметров 12...18 м
Глубина ствола до 85 м
Гидростатическое давление до 10 бар
Прочность пород до 140 МПа
Транспортный поток до 800 м³/ч
Мощность фрезы 680 кВт (эл.)

Применение:

Стволы метрополитена
Системы подземных парковок

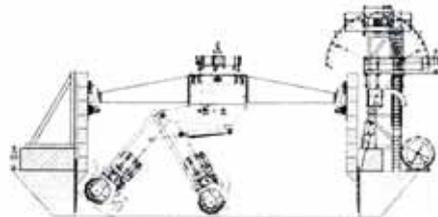


Рис. 7. Установка VSM 18000 с наружным диаметром 18 м



Проект: система подземных парковок

Цель: парковочное пространство отеля и торгового центра

Машина: V-016 (VSM18000)

Ствол: 2×16 м (внутр. диаметр)

Глубина: 55 м

Изготовление: декабрь 2017 г., для Китая

Парковка: 252 машиноместа

Пуск: 1 кв. 2019 г.

Рис. 8. Подземная парковка в Китае

Примером создания технологического оборудования для механизированного сооружения автоматизированной парковки шахтного типа может являться новая разработка фирмы «Herrenknecht AG» (Германия) – стволотпроходческая установка VSM 18000 (рис. 7).

Такой установкой, изготовленной для объекта в Китае, планируется сооружение вертикальной шахты глубиной 55 м с внутренним диаметром 16 м и наружным 18 м для подземной парковки автомобилей на 252 машиноместа (рис. 7).

Заключение

В заключение следует отметить, что освоение подземного пространства Москвы представляет собой крайне сложную и многогранную задачу, решение которой требует четкой взаимосвязи и больших усилий самых различных служб и организаций строительного комплекса.

Для эффективного контроля и управления этим процессом необходима разработка комплексной научно-технической программы освоения подземного пространства Москвы на ближайшие годы, приоритетным на-

правлением которой следует считать создание подземных автостоянок.

Реализация такой программы вполне под силу российским компаниям, накопившим в последние десятилетия необходимый опыт внедрения новых технологий и знания для решения любых задач подземного строительства в городе.

Ключевые слова

Технология VSM, строительство подземных автостоянок, автоматизированная парковка.

Список литературы

1. Синицкий Г.М., Мазин С.В., Ломоносов С.М. Перспективы внедрения современных стволотпроходческих комплексов в практику подземного строительства городов // Метро и тоннели. – 2012. – № 1. – С. 26–27.
2. Herrenknecht AG, 2010. Подземный паркинг – механизированное сооружение шахт и автоматический паркинг (презентация).

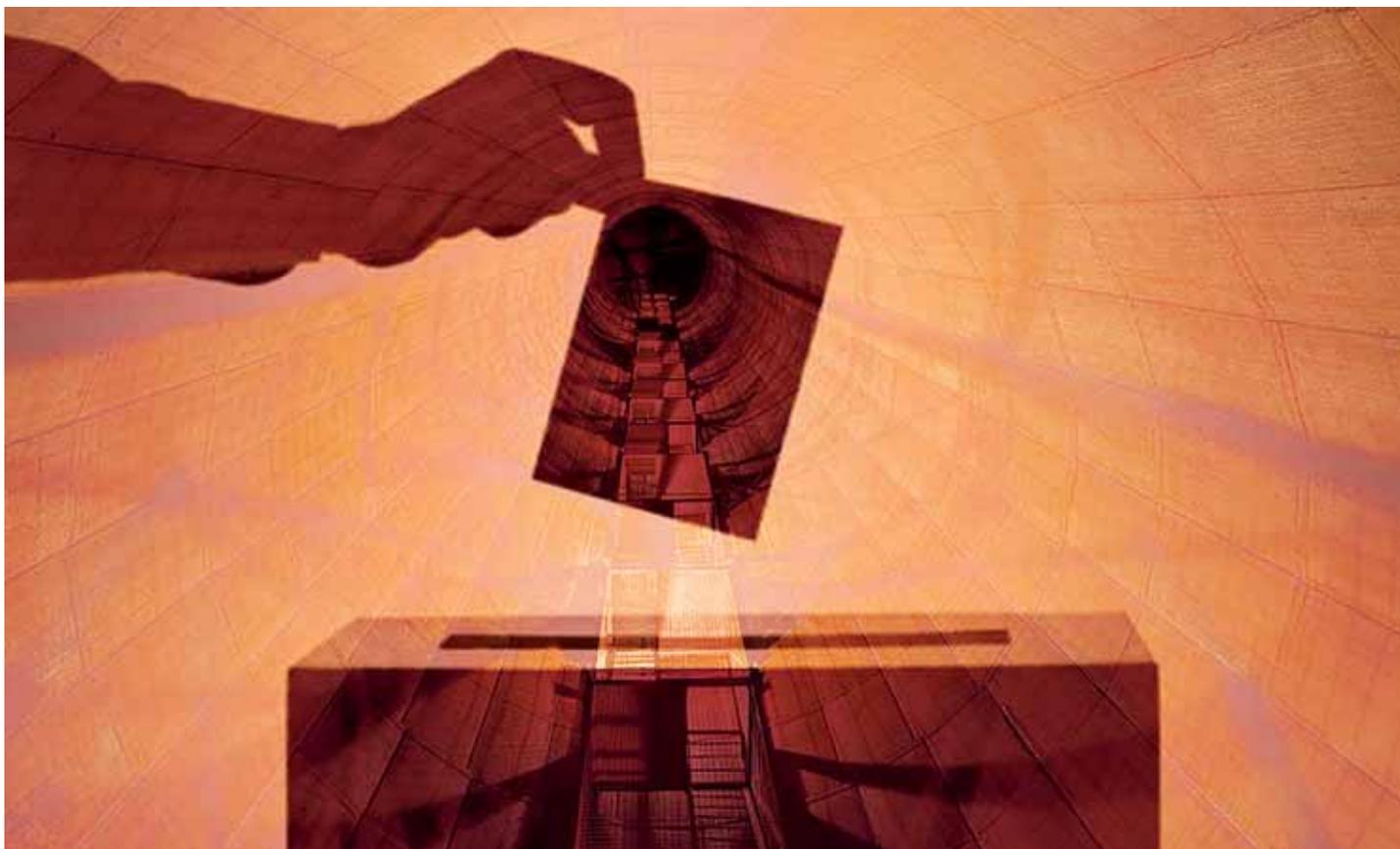
Для связи с автором

Соломатин Юрий Евгеньевич
work.solomatin@gmail.com



КАК МЕНЯ ВЫБИРАЛИ НАЧАЛЬНИКОМ

В. З. Коган, Тоннельная ассоциация России



В 1989 г. волна демократических перемен принесла очередную блажь: все руководители должны выбираться трудовыми коллективами. Объявили и в Протонтоннельстрое о грядущих выборах начальника.

Соискателей было несколько: начальник – Алексей Александрович Прокудин, главный инженер нашего Тоннельного отряда № 40 Василий Пасика, кажется, Магер – секретарь партбюро и ещё кто-то.

Мне и в голову не приходило выдвигать свою кандидатуру.

Председатель избирательной комиссии – начальник Проектного бюро Протонтоннельстроя Алихашкин Владимир Алексеевич, бывший много лет до этого главным инженером Метрогипротранса и, между прочим, однокурсник Прокудина по Новосибирскому институту военных инженеров транспорта.

Коллективу, конечно, далеко не безразлично, кто будет начальником. Тем более в таком небольшом городке, как Протвино. Это событие – выборы – целиком завладело людьми. И не только тоннельщиками.

Всё идет чередом, я в делах, Алексей Александрович, частенько, скажем так, отсутствует.

Вдруг известие, взбудоражившее всех: Прокудин отказался от участия в выборах.

Человек талантливый и очень неглупый, он понял, что выиграть выборы ему не удастся: его «отлучки» порядком всем надоели. Секретов в нашей «деревне» было, как и во всякой деревне, немного. Тем более, когда речь шла о такой публичной фигуре.

Ну, снял кандидатуру, ну и снял...

Я ещё не успел об этом и поразмыслить, как ко мне в кабинет являются две весьма колоритные фигуры.

Почти тридцать лет прошло, но картина этой встречи стоит перед глазами, и ярко помнятся детали состоявшегося разговора.

Иван Иванович Куршаков служил у нас главным бухгалтером, был много всех нас старше и являлся непререкаемым авторитетом в своём деле.

Михаил Дмитриевич Халивкин работал заместителем главного инженера Протонтоннельстроя, то есть числился моим единственным заместителем и первым помощником.

Куршаков, как старший, степенно начинал разговор.

– Валерий Зиновьевич, Вы нас с Михаилом Дмитриевичем пригласили на работу в Протонтоннельстрой. Сейчас выборы, а Алексей Александрович снял свою кандидатуру. Почти наверняка выберут Пасику Василия Петровича. А новая метла по-новому ме-

тёт, Пасика молодой и нас, старых, кхе-кхе, как говорится, пойдёт с работы.

Вы нас пригласили, вы уж о нас позаботьтесь. Мы-то рассчитывали здесь доработать...

– Ну, и что же я могу здесь сделать и чем помочь?

Оба хором:

– Выставляй свою кандидатуру!

Отвечаю:

– Мужики, ну посудите сами, зачем мне всё это нужно. Мне 49 лет, в начальники надо было рваться раньше. Да и мне это совсем не интересно, я всю жизнь работал по инженерной части, я это дело люблю, и должность моя меня устраивает. Я и при первом разговоре с начальником Главтоннельмостростроя Рахманиновым о переводе меня в Протвино отказался от должности начальника, которую он мне сразу предложил.

Поговорили ещё немного и разошлись, каждый при своём мнении.

...Пришёл я домой, а разговор из головы не идёт. Действительно, думаю, выберут, наверняка, Пасику. Парень он молодой, в части организации такой масштабной стройки опыта у него поменьше, чем у меня, да и связей почти никаких в Главке и той же Москве – как в воду я тогда смотрел – нет. Я в эту стройку уже столько сил, души и выдумки

вложил, и чего это я под ним главным инженером работать буду.

Короче, выставляю свою кандидатуру.

Дальше события закручиваются по нарастающей кривой.

Кто-то навестил лежащего в медсанчасти прокудинского заместителя и рассказал ему о последних событиях вокруг надвигающихся выборов. Этот зам был привезен Прокудиным из Минска, где они работали вместе на строительстве метро. Услышав, что Алексей Александрович снял свою кандидатуру, он буквально подскочил на койке и воскликнул: «Ну, я ему...»

Зам выходит с больничного и Прокудин, ничтоже сумняшеся, опять подаёт заявление об участии в выборах.

Я оказываюсь в совершенно идиотской ситуации. Был бы Прокудин в списках, я бы никогда не стал с ним состязаться. Он старше, прекрасный хозяйственник и опытейший тоннельщик. Ну, отстал он по части нового оборудования и технологий, так я – главный инженер – для этого и существую. У нас с ним всегда был одинаковый подход к решению вопросов, и он мне, как я уверен, полностью доверял. Я это чувствовал и этим дорожил. А что касается его слабости, то, как говорится, «вольному воля». Нас учили, что начальник от бога дан и надо с ним либо работать, какой он ни есть, либо уходить.

С другой стороны, я уже давно не мальчик. Что мне теперь делать: снимать кандидатуру? Он так может: подать заявление, затем забрать, потом опять вступить в предвыборное состязание. Несolidно...

Приходит ко мне в кабинет та же пара.

Теперь уже начинает Халаявкин.

– Слушай, сними свою кандидатуру. Дай Лёхе поработать год. Всё равно это место тебе достанется, он через год уйдёт. Не обижай старика.

Я, честно говоря, опешил.

– Дорогие мои, да разве я хотел с ним состязаться. Он подал заявление на участие в выборах, а мне и в голову не приходило с ним бодаться. Вы же сами ко мне приходили совсем недавно и уговаривали, чтобы я принял участие в выборах. Как это понимать?

– Ну, понимаешь, он передумал...

И опять за рыбу деньги.

– В общем, так, мужики. Я не пацан и, как говорит Рудольф Касапов, «крокодилы назад не пятаются». Я не хочу, чтобы надо мной и над всем Протонтоннельстроем смеялись. Кандидатуры своей я снимать не буду.

На этом и разошлись. Они, наверняка, поспешили с результатами переговоров к «Лёхе».

...Пытался я в это время начать строительство дома в деревне Верхнее Шахлово. Подглядывал как сосед, работавший в каком-то Управлении механизации, пригнал дизельную сваебойку на базе КРАЗа-лаптежника и забил сетку свай как основание под будущий дом. Забывал он обрубки свай, обычно остающиеся, когда выравнивают свайное поле на

строительстве многоэтажных домов. Практически бросовый материал, другими словами – отходы производства. А для малоэтажного строительства – находка, если с умом ею распорядиться.

Спрашиваю:

– Слава, если я сваи добуду, ты можешь прислать мужиков, чтобы мне тоже забили. Я заплачу, как положено.

– Нет вопросов.

...Покупаю у генерального подрядчика, Управления строительства № 620 штук двадцать этих обрубков от 2,5 до 4 метров длиной каждый. Чеки оплаты до сих пор хранятся. Везу их в Шахлово. Забываем свайное поле.

...Поступает в партийный комитет от кого-то заявление: Коган поставил в деревне дом на новые сваи, а оформил их при покупке как отходы. Для разбирательства создаётся партийная комиссия с участием парторганизации заказчика – Института Физики Высоких Энергий.

Кто-то из деревенских рассказывал, что без меня приезжали и расспрашивали аборигенов, что и как. Местные никак не могли врубиться, из-за чего сыр-бор.

Со мной тоже выезжали на место. Толя Магер, наш партийный секретарь, в верноподданническом раже всерьёз предлагал раскопать пару свай, чтобы убедиться, что это полноразмерные новые сваи.

Первую атаку на парткоме я отбил, но я не знал тогда, что она была только первая...

Позже вызывают на беседу в Серпуховской городской комитет КПСС. Приглашают к первому секретарю Алексею Алексеевичу Волкову.

Сначала расспросы о работе, семье, детях, строительстве в Шахлове и прочем. Затем в лоб:

– Валерий Зиновьевич, зачем вам участвовать в выборах?

Не помню, какие они доводы приводили, как уговаривали и, возможно, угрожали. Не помню. Помню только, что я уже закурил удилу.

...Как-то утром сижу в кабинете. Раздаётся звонок. Снимаю трубку. Женский голос:

– Крепко за портфель держись. Подумай о своей младшей дочери.

И гудки...

Меня как жаром охватило. Впечатление совершенно ирреальное: так же не бывает. Так бывает только в кино или книгах...

Нажимаю на все клавиши переговорного устройства. Вызываю все службы. Всех, всех. Полный кабинет народа, недоумённые взгляды.

– Десять минут назад раздался телефонный звонок.

Пересказываю содержание, хотел написать – разговора. Предупреждения, скажем так.

– Так вот, я позвал вас сказать, что я в начальники не рвался. Вы прекрасно знаете, что происходит у вас перед глазами и, отчасти, с вашим участием. Я не знаю, кто и по

чему поручению мне звонил. Но я думаю, что после этой встречи, в нашем маленьком городе узнают, что пугать меня бесполезно. Крокодилы назад не пятаются!

Спасибо, идите работать.

Молча разошлись. Только стульями зашумели.

...Уже много позже я узнал, что водители из Управления механизации Протонтоннельстроя организовали дежурство у нашего подъезда и даже сопровождали дочь Татьяну в школу.

...Выборы приближались. Рассказывали, что в Тоннельном отряде № 8 видели вагонетки с надписями мелом «Голосуйте за Когана!», «Долой очковтирателей!».

Прошли выборы, и оказалось, что никто из претендентов не набрал количества голосов, необходимого для победы в первом туре. Грядёт второй тур голосования, где в списке останутся только Прокудин и Коган.

В отличие от общепринятой практики, и учитывая накал страстей, избирательная комиссия приняла решение, что голосовать будут не выборщики, а все члены коллектива.

А мы тогда достигли, я думаю, «исторического» максимума численности – в коллективе работало 3200 человек. 24 часа в сутки, семь дней в неделю.

Голосование тоже проводилось 24 часа. Весь день по кольцу колесили автобусы, подвозя к конторе, как правильно сказать – избирателей? Короче, всех, кто голосовал.

Начиналась процедура голосования в 0 часов. Вечером этого дня я сидел дома. Спать, вспоминаю, мы, вроде, не ложились. В середине ночи в квартиру на Фестивальной, 27 ввалилась целая орава. Там были и немногие друзья, и явные недруги. Но все с искренним или деланным ликованием поздравляли меня и жену Ольгу. Профсоюз приволок, конечно, выпивку. Вдобавок к той, что имелась дома.

...Утром зашёл к Алексею Александровичу. Он сидел в кресле и рвал над корзиной какие-то бумаги. Поздоровался, не поднимая головы. Мне стало его искренне жалко.

...Правило было такое, что избирает-то начальника коллектив, но результаты выборов должна ещё утвердить вышестоящая организация. Министерство, тогда, если не ошибаюсь, ещё существовало.

Вызывают на утверждение. Сидят человек двенадцать во главе с Министром – Брежневым. Все улыбаются. Особенно Рахманинов. Рожи корчат.

Брежнев спрашивает:

– Я слышал, выборы непростые были, так ли?

Смотрю, он и все присутствующие в хорошем расположении духа. Отвечаю:

– Сейчас по телевидению показывают итальянский сериал «Спрут» (вся страна смотрела). Так вот, примерно, то же самое, но в масштабах Серпуховского района.

Все засмеялись. Выйди, говорят, позовём.

Утвердили.



ПАМЯТИ НИКОЛАЯ НИКОЛАЕВИЧА БЫЧКОВА



1 февраля 2018 г. на 88-м году жизни скончался один из основоположников советской и российской науки о специальном подземном строительстве Николай Николаевич Бычков.

Профессиональные знания инженера-строителя Николай Николаевич получил в Московском институте инженеров транспорта, в котором он учился в период с 1947 по 1952 г.

Трудовой путь Николая Николаевича начался в августе 1952 г. в проектно-институте «Метрогипротранс». Здесь он прошел все ступени инженерной карьеры от рядового инженера до заместителя директора – начальника Бюро комплексного проектирования. Здесь прошло становление его как крупного инженера и ученого в области подземного строительства. Здесь сформировался его характер талантливого руководителя проектной организации, разрабатывающей сложнейшие проекты подземных сооружений.

С 1990 г. Николай Николаевич перешел на работу во вновь созданное Проектно-строительное объединение «Трансинжстрой» (с 1992 г. – ОАО «Трансинжстрой»), где в течение 15 лет возглавлял Бюро комплексного проектирования. В 2005 г. Николай Николаевич был назначен на должность заместителя главного инженера по проектированию АО «Трансинжстрой» и работал на этой должности вплоть до октября 2017 г. В этой организации при разработке и реализации уникальных проектов подземного строительства наиболее ярко проявились его уникальные инженерные и научные знания, опыт руководителя, умеющего четко направить коллектив своей организации на успешное выполнение поставленных задач.

Заслуги Николая Николаевича в реализации проектов освоения подземного пространства отмечены присвоением ему званий лауреата Ленинской и Государственной премий, премии Совета Министров СССР. Он по праву награжден государственными орденами и медалями, удостоен званий заслуженный изобре-

татель Российской Федерации, почетный строитель России, почетный транспортный строитель.

Николай Николаевич внес неоценимый вклад в развитие системы знаний в области подземного строительства, он являлся доктором технических наук, автором около 100 научных печатных работ и изобретений, был членом многих научно-технических и экспертных советов.

Свою напряженную и ответственную производственную деятельность Николай Николаевич гармонично сочетал с плодотворной общественной работой – он являлся активным членом Российской академии транспорта, Академии горных наук, Петровской академии наук и искусств. Мы не можем не отметить, что Николай Николаевич был убежденным сторонником необходимости создания Тоннельной ассоциации России, всемерно способствовал ее становлению и многие годы являлся членом ее правления.

Жизнь Николая Николаевича Бычкова всегда была наполнена многообразной и многогранной трудовой и общественной деятельностью! Для многих из нас он был учителем и мудрым наставником в освоении профессии, для всех нас он служил и служит образцом отношения к людям, к своему гражданскому долгу, к ответственности инженера и ученого за результаты своего труда.

Ушел из жизни замечательный искренне преданный своему делу человек, талантливый инженер-строитель, мудрый руководитель. Память о нем мы, его коллеги и друзья, навсегда сохраним в своих сердцах.

Приносим наши искренние соболезнования родным и близким Николая Николаевича.

*Коллектив АО «Трансинжстрой»
Правление Тоннельной ассоциации России*