

# Подземные горизонты

*Underground Horizons*

Июнь

№9

2016

[www.techninform-press.ru](http://www.techninform-press.ru)



 **PROMETEO**  
ENGINEERING  
[www.prometeoengineering.it](http://www.prometeoengineering.it)



нестандартные решения

**ФОБОС**

Производственная компания



# **ВЕДУЩИЙ РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ БУРОВЫХ УСТАНОВОК**

СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

БЕСПЛАТНОЕ ОБУЧЕНИЕ

ПОСТОЯННОЕ ОБНОВЛЕНИЕ  
МОДЕЛЬНОГО РЯДА

БОЛЕЕ 20 ДИЛЕРСКИХ ЦЕНТРОВ В РОССИИ  
И СНГ

г. Челябинск, 40 лет Октября, 33, оф. 26  
Тел.: 8 (800) 555-94-90  
8 (351) 217-15-50  
E-mail: [fobospk@yandex.ru](mailto:fobospk@yandex.ru)  
[mgby74.pf](mailto:mgby74.pf)









### Уважаемые читатели!

Номер готовился к печати в преддверии XX Петербургского международного экономического форума. В официальном приветствии участникам этого мирового события Президент России Владимир Путин отметил, что год от года ПМЭФ становится все более авторитетным и влиятельным. В свою очередь, вице-премьер Сергей Приходько, возглавляющий оргкомитет, 1 июня сообщил, что экспозиционная площадь на юбилейном форуме превысит прошлогоднюю в 2,5 раза, а общее количество участников вырастет на 15%.

Страной-партнером и почетным гостем ПМЭФ в 2016 году стала Италия, со специалистами-тоннельщиками которой давно уже дружит журнал «Подземные горизонты». При этом, как говорит в эксклюзивном интервью журналу Чрезвычайный и Полномочный Посол Италии в Москве г-н Е. П. Чезаре Мария Рагальини, сотрудничество с Россией итальянцы надеются продолжать и развивать.

Если для «Подземных горизонтов» главная тема номера — международная, то страна номера — это Италия, компания номера — это Prometeoengineering.it, а человек номера — это создавший и возглавляющий ее замечательный итальянский инженер Алессандро Фокарарчи — «человек, влюбленный в тоннели». Можно добавить, что есть еще и метрополитен номера — Римский метрополитен, Metropolitana di Roma.

Международную линию продолжает также рассказ о запуске французского инновационного ТПМК на строительстве 3-й линии Минского метрополитена и еще ряд публикаций. В частности, на Общем собрании Российского общества по внедрению бестраншейных технологий прозвучали новые подробности о XV Всемирной конференции Объединения исследовательских центров подземного пространства мегаполисов (ACUUS), которая скоро пройдет в Санкт-Петербурге.

Подземная урбанизация как глобальный тренд пока не стала одной из главных тем ПМЭФ, но эстафету принимает специализированное отраслевое мероприятие планетарного уровня. По замыслу организаторов, мировой опыт и компетентное мнение экспертов ACUUS должны помочь власти и обществу в России понять, что речь идет не о выдумках ученых-теоретиков, а об основе благополучия завтрашнего дня. Да будет наше общее завтра благополучным!

*С пожеланием перспектив и свершений,  
Сергей Зубарев,  
главный редактор журнала «Подземные горизонты»*

## Журнал «ПОДЗЕМНЫЕ ГОРИЗОНТЫ»

Официальный информационный партнер

Комитета по освоению подземного пространства НОСТРОЙ



№9 июнь/2016

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-57244 от 12.03.2014

Учредитель **Регина Фомина**

Издатель **ООО «ТехИнформ»**

Генеральный директор  
**Регина Фомина** (info@techinform-press.ru)

Заместитель генерального директора  
**Ирина Дворниченко** (pr@techinform-press.ru)

### РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор  
**Сергей Зубарев** (redactor@techinform-press.ru)

Дизайнер, бильд-редактор  
**Лидия Шундалова** (art@techinform-press.ru)

Руководитель службы информации  
**Илья Безручко** (bezruchko@techinform-press.ru)

Перевод **Тамары Невлевы**

Корректор **Мила Дмитриева**

Руководитель отдела стратегических проектов  
**Людмила Алексеева** (editor@techinform-press.ru)

Руководитель службы рекламы,  
маркетинга и выставочной деятельности  
**Нелля Кокина** (roads@techinform-press.ru)

Руководитель отдела подписки и распространения  
**Нина Бочкова** (public@techinform-press.ru)

### Отдел маркетинга:

**Наталья Гунина** (mail@techinform-press.ru)

**Ирина Голоухова** (market@techinform-press.ru)

**Полина Богданова** (post@techinform-press.ru)

### ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ:

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

**С.Н. Алпатов**, генеральный директор Объединения подземных строителей и проектировщиков, президент Российского общества по внедрению бестраншейных технологий

**Андреа Беллокко**, руководитель проектов компании Rocksoil S.p.A (Италия)

**А.И. Брейдбурд**, президент МАС ГНБ, генеральный директор ООО «Нефтегазспецстрой»/ГК «ЮНИРУС»

**С.В. Кидяев**, генеральный директор АО «Объединение «ИНГЕОКОМ»»

**А.С. Кириллов**, генеральный директор ООО «ГНБ-Лидер»

**А.П. Ледяев**, д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Тоннели и метрополитены»

**М.Е. Рыжевский**, к.т.н., президент компании MTR Ltd

**В.М. Улицкий**, д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Основания и фундаменты» ПГУПС

**Е.В. Щекудов**, к.т.н., директор филиала ОАО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены»

Адрес редакции: 192102, Санкт-Петербург,  
ул. Бухарестская, 24, к. 1, оф. 344  
Тел./факс: (812) 448-80-15; (812) 905-94-36  
office@techinform-press.ru  
www.techinform-press.ru

Установочный тираж 8 тыс. экз. Цена свободная.

Подписано в печать: 11.06.2016

Заказ №

Отпечатано: ООО «Акцент-Групп», 194044, Санкт-Петербург,  
Большой Сампсониевский пр., д. 60, лит. И

За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет. Сертификаты и лицензии на рекламируемую продукцию и услуги обеспечиваются рекламодателем. Любое использование опубликованных материалов допускается только с разрешения редакции.

Информационное сотрудничество: Интернет-портал undergroundexpert.info

Подписку на журнал можно оформить по телефону  
**(812) 448-80-15** и на сайте: **www.techinform-press.ru**



МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ВЫСТАВКА-ФОРУМ

# “ПОДЗЕМНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО. ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ”

Место проведения:  
Москва  
КВЦ «Сокольники», павильон 7А

**22–24 НОЯБРЯ  
2016**



МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ  
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ



[info@fc-union.com](mailto:info@fc-union.com)  
[www.fc-union.com](http://www.fc-union.com)

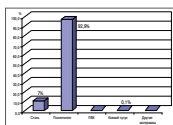
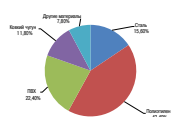
тел.: +7 (495) 66-55-014  
сот.: +7 916 36-857-36



## Содержание / Contents



Стр. 6–10



Стр. 11–13



Стр. 14–15



Стр. 16–17

### Экспертное мнение / Expert Opinion

- 6 *М.Е. Рыжевский.* И опыт, сын ошибок трудных...  
*M. Ryjevski.* Every Russian Knows Aphorism of Famous Poet Alexander Pushkin: “Experience is a Son of Costly Mistakes...”
- 11 *А. И. Брейдбурд.* Структура постсоветского рынка ГНБ: современное состояние и динамика развития  
*A. I. Breidburd.* The Structure of Post-Soviet Market of Horizontal Directional Drilling (HDD): State-of-the-Arts and Development Dynamics

### События / Events

- 14 Конференция МАС ГНБ: юбилей с «Золотым буром»  
Conference of the International Association of Specialists in the Field of Horizontal Directional Drilling: anniversary with the Golden Drill
- 16 ACUUS 2016: все флаги в гости к нам  
ACUUS 2016: the entire world and our guests



Стр. 18–19



Стр. 20–21  
P. 22–23



Стр. 24–25  
P. 26–27



Стр. 28–32  
P. 33–36

- 18 СТТ: к росту в новом формате  
Construction Equipment and Technologies Exhibition: Towards Growth in New Format

### Мировой опыт / International Practices

- 20 Чезаре Мария Рагальини: «Сотрудничество продолжится»  
Cesare Maria Ragaglini: “Cooperation will continue”
- 22 Cesare Maria Ragaglini: “La collaborazione continua”
- 24 Astaldi: по пути прогресса
- 26 Astaldi: building for progress
- 28 Алессандро Фокараччи: человек, влюбленный в тоннели  
Alessandro Focaracci: a man in love with tunnels
- 33 Alessandro Focaracci: L’uomo che ama le gallerie
- 37 *А. Фокараччи.* Тоннелестроение: курс на индустриализацию  
*A. Focaracci.* Tunnel construction: focus on industrialization





Стр. 37–39  
Р. 40–42



Стр. 44–49  
Р. 50–55



Стр. 56–62  
Р. 63–68



Стр. 70–73



Стр. 74–78



Стр. 80–85  
Р. 86–89



Стр. 90–91

40 *A. Focaracci. Tecniche di costruzione di gallerie*

44 *А. Фокараччи. Безопасность подземных сооружений*

50 *A. Focaracci. Safety in underground infrastructure*

56 Новейшие технологии для римской подземки

63 Latest technologies used in Rome metro construction

### **Метрополитены / Subway**

70 Третья линия Минского метрополитена: Рубикон пройден  
The third subway line: the Rubicon is crossed

74 *В.А. Гарбер, Н.Н. Симонов, Е.В. Щекудов. Вопросы обеспечения пожарной безопасности в туннелях и метрополитенах*  
*V.A. Garber, N.N. Simonov, E.V. Shchekudov. The issues of fire safety in tunnels and subway systems*

### **Тоннели / Tunnels**

80 *М.Е. Рыжевский. В поисках нестандартных решений: многоярусные и другие тоннели большого диаметра*

86 *M. Ryjevski. In search of innovative solutions: Multi-level and other large diameter tunnels*

90 Сталефибробетон — лучшее решение Маккаферри для тоннелей  
Steel Fiber: the Best Solution for Tunnels from Makkaferri



Стр. 92–96



Стр. 97–99



Стр. 100–102



Стр. 104–105  
Р. 106–107



Стр. 108–109



Стр. 110–112

### **Строительный практикум / Workshop for building**

92 *В.И. Анищенко. Тампонажные растворы в строительстве тоннелей с сегментной обделкой*  
*V.I. Anishchenko. Grounding mortars in construction of tunnels with segmentary finishing with the use of tunnel boring machines*

97 *Д.В. Проскурин, А.А. Слабунов. Применение гигроскопичных интенсивно набухающих минеральных композиций на основе отечественных бентопорошков*  
*D.V. Proskurin, A.A. Slabunov. The use of hygroscopic high swelling mineral compositions based on domestic bentonite powders*

100 «ПЕТЕР-ГИБ»: наука сохранения исторического наследия (интервью с С.Н. Сотниковым)  
Peter GIB: the Science of Historical Heritage Preservation

### **Бестраншейные технологии / Trenchless Technologies**

104 «Фобос» — новый бренд российской техники для ГНБ

106 “Phobos” is a new brand for Russian horizontal directional drilling equipment

108 НПК «Гидрофоб ГНБ»: «сделано в России» — это «сделано хорошо»  
Hydrofob GNB Research and Production Complex: Made in Russia Means Made with Heart and Soul!

110 РОБТ о стандартах, качестве и развитии  
RSTT on the standards, quality and development



М.Е. РЫЖЕВСКИЙ, к. т. н.,  
лауреат премии  
Ленинского комсомола  
в области науки и техники,  
заслуженный  
изобретатель СССР

*There are no large projects of underground construction free from emergency situations, small or major accidents. The reasons are not only mistakes made by designing engineers but little experience in studies of soils and rocks as well. The main task of the publication is to provide the analysis of events occurred in various countries those the author witnessed or even participated in the consequences liquidation.*



Не ошибается лишь тот, кто ничего не делает. Не бойтесь ошибаться — бойтесь повторять ошибки.

Теодор Рузвельт

## И ОПЫТ, СЫН ОШИБОК ТРУДНЫХ...



Рис. 1. Обрушения, обусловленные качеством строительства фундаментов и оснований

**Строитель — одна из наиболее опасных профессий. Несмотря на накопленные за тысячелетия знания, в мире до сих пор нет ни одного крупного проекта подземного строительства, при реализации которого не происходили бы нештатные ситуации, мелкие или крупные аварии. И виной тому не только ошибки инженеров-проектировщиков или менеджеров-управленцев, но и наш, все еще небогатый, опыт по изучению поведения грунтов и скальных пород во времени и особенно при комбинированном воздействии на них природных факторов (землетрясений, наводнений) и деятельности человека. Трагические случаи и аварии происходят не только в момент строительных работ, но зачастую и гораздо позже, когда уже совсем трудно обвинить в этом строителей.**



Иллюстрировать мои слова могут многие примеры из жизни, например изображенные на рис. 1. Это четыре совершенно разных проекта, реализованных в четырех странах и в разное время. Более того, причиной катастроф были совершенно разные люди и/или события.

В первом случае (рис. 1 а) очевидной причиной обрушения здания стала ошибка инженеров-проектировщиков, которые неправильно выбрали вид и параметры фундамента. При неучтенной ветровой нагрузке дом вместе с этим фундаментом просто «вывернуло» из породы, повалило набок.

Во втором случае (рис. 1 б) наблюдается очевидный просчет геотехников. Несколько зданий квартала рухнули из-за проблемы мгновенного разжижения грунта в результате наводнения. Такой процесс характерен для рыхлых водонасыщенных песчаных и глинистых грунтов, в том числе для искусственно созданных (намытых) территорий, — если инженеры и менеджеры пренебрегают вопросами стабилизации грунтов путем уплотнения или закрепления.

В третьем случае (рис. 1 в) произошло обрушение опор мостовой эстакады. Характер происшествия показывает, что главной причиной здесь явилось пренебрежение к выбору качественных строительных материалов и недобросовестное бетонирование. Эстакада рухнула на сравнительно небольшом участке. Землетрясений, порывов ветра, превышения транспортной нагрузки во время ее эксплуатации не было. Свайный фундамент не поврежден. Разрушены оказались лишь ряд опор, где была применена некачественная арматура и бетон был уложен с нарушениями.

Последний пример (рис. 1 г) — также из серии разрушения основания дороги вследствие наводнения. Список этот можно было бы продолжить, но сейчас основная задача — рассказать все-таки о тех случаях, нестандартных ситуациях и авариях, свидетелем, очевидцем или даже ликвидатором которых был автор статьи.

О происшествиях во время строительства, нестандартных ситуациях и особенно авариях на стройках не любят говорить, тем более писать. Считается, что любое такое событие порочит управляющих менеджеров и даже компанию в целом. Автор взялся за это дело не с целью подвергнуть сомнению чью-либо компетентность, а просто потому, что считает практику замалчивания неправильной. «Не ошибается лишь тот, кто ничего не делает», а опыт, как писал великий Пушкин, есть «сын ошибок трудных». Знание и понимание сути чужих просчетов должно помочь избежать их при реализации других подобных проектов. Ошибки же строителей, как известно, могут стоить человеческих жизней...

Одна из самых распространенных ошибок при подземных выработках горным способом случается при установке арочной крепи. Речь идет о гнутых, с определенным градусом, или многоугольных конструкциях из металлических профилей (двутавров, швеллеров и др.), сваренных между собой по форме поперечного сечения сооружаемой выработки. Несмотря на широкое применение других, более прогрессивных вариантов, таких, как анкерная или набрызг-бетонная крепь в сочетании с решетчатыми фермами, арочная крепь все еще остается

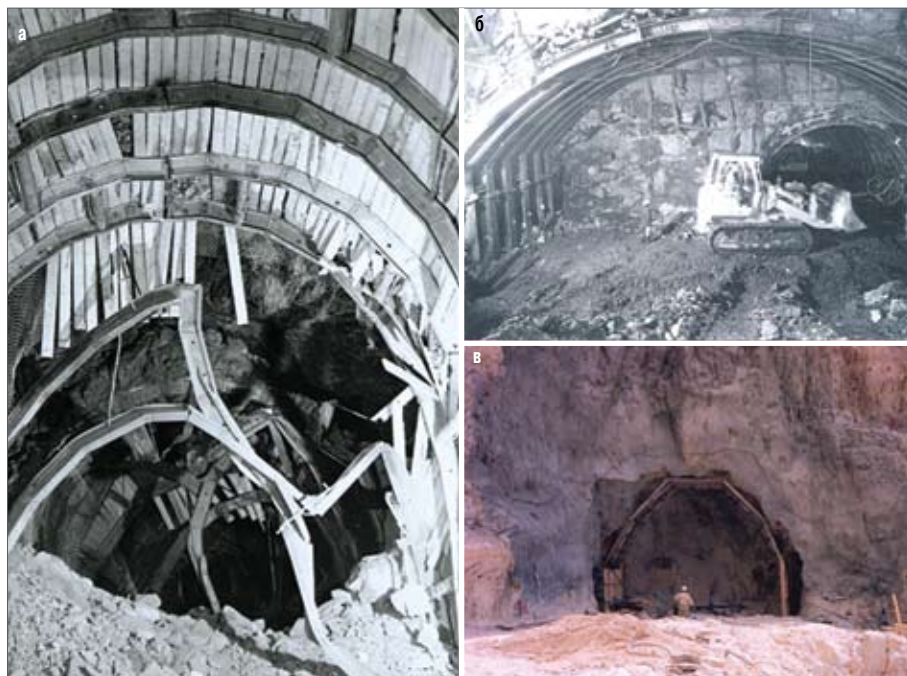


Рис. 2. Обрушения неправильно установленной арочной крепи

---

Основная задача публикации — рассказать о тех случаях, нестандартных ситуациях и авариях, свидетелем, очевидцем или даже ликвидатором которых был автор статьи.

---

востребованной. Она относится к поддерживающим видам крепи горных выработок, устанавливается для восприятия горного давления и в сочетании, например, с деревянными лагами, служит для предотвращения обрушения. По всем законам механики, арочная крепь, как и любая другая поддерживающая, должна устанавливаться вслед за продвижением лба забоя горной выработки и иметь полный контакт с окружающей породой. Этот контакт образуется путем установки между аркой и породой деревянных, металлических или иных распорных элементов в виде клиньев. Чем чаще и равномернее по длине арки установлены клинья и чем плотнее контакт между аркой и породой, тем надежнее работает крепь.

Вот несколько примеров пренебрежительной установки арочной крепи. Первый рассматриваемый трагический случай обрушения (рис. 2 а) имел место в Северомуйском тоннеле на Байкало-Амурской магистрали. Арки из двутавров 27–35 вместе с деревянными лагами «поломало, как спички». Произошел значительный вывал породы по значительной длине тоннеля, были травмированы люди. Это один из ярких примеров нарушения регламента установки арочной крепи.

Аналогичный случай произошел в Иране на строительстве подземной гидроэлектростанции «Карун-3».



Рис. 3. Разрушение металлического шпунтового ограждения при строительстве подземного паркинга в Ванкувере, Канада



Рис. 4. Цементационные работы для восстановления разрушенного

Арочную крепь устанавливали при проходке подходного транспортного тоннеля к шахте затворов (рис. 2 в) с явными нарушениями регламента. Несмотря на неоднократные замечания и призывы автора статьи (на тот момент инженера-геотехника в проектной компании) прекратить проходку и установить крепь в соответствии с проектом, проходка продолжалась вплоть до обрушения тоннеля. Произошел значительный вывал породы, двутавровые балки 30–35 были смяты. К счастью, обошлось без человеческих жертв.

Третий похожий случай произошел в Нью-Йорке (рис. 3 б). Станционный тоннель в Манхэттене строился с применением арочной крепи и также с существенными нарушениями регламента. Несмотря на то, что в проекте применяли гнутые арки, жесткость контакта была неудовлетворительной и происходили вывалы породы. Часто их удавалось устранить за счет применения анкерной крепи. Из всего вышесказанного напрашивается единственный вывод — арочная крепь эффективна лишь при строгом соблюдении регламента установки.

Другой показательный случай произошел в канадском Ванкувере. Там на набережной, приблизительно в 50 м от берега, строили жилой комплекс из нескольких высоток. В каждой из них проект предполагал многоуровневый подземный паркинг. Откопке котлована предшествовала установка ограждающей крепи в виде металлического Z-образного шпунта забивным и вибропогружным методом. Во время разработки грунта одновременно устанавливали анкерную крепь, которая вместе со шпунтом удерживала стенки от обрушения. При глубине котлована около 12 м было сооружено три яруса анкеров длиной до 25 м. Все они закреплялись в грунте посредством цементного раствора и натягивались домкратами

проектной величины. По мере углубления котлована на начальном этапе обнаруживались небольшие протечки воды через отверстия в шпунте, просверленные для установки анкеров, или через некоторые стыки звеньев. Обводнение было незначительным, и разработка грунта продолжалась. Однако в момент, когда котлован фактически достиг проектной отметки, случился неожиданный прорыв воды сразу в шести местах. Она поступала так быстро, что насосы не справлялись, и через несколько часов котлован был полностью затоплен. Откачать воду удалось лишь через три дня, когда доставили и установили дополнительные мощные насосы.

Автора этой статьи тогда пригласили в качестве ведущего эксперта для ликвидации последствий аварии. В течение первых двух дней мы произвели обследование объекта. В четырех из шести случаев повреждения ограждающей конструкции, как выяснилось, при вибропогружении был разрушен шпунт (рис. 3 б, в) из-за присутствия в грунте больших скальных валунов. Они же стали причиной разрушения стыков между звеньями шпунта. В двух случаях на нижнем ярусе были выявлены проблемы с установкой анкеров, под которые из отверстий и била вода под давлением (рис. 3 а).

Я предложил восстановить непроницаемость шпунта и ликвидировать течи путем цементации грунта за шпунтовым ограждением. Менеджмент объекта выразил сомнения: якобы нагнетание раствора непосредственно за шпунтовую стенку не даст никаких результатов, так как еще до схватывания он будет весь выноситься в котлован. Более того, по их словам, ранее они уже пытались проводить подобную операцию в других, менее сложных случаях, нагнетая даже быстротвердеющие растворы типа полиуретана, но результатов это не дало.



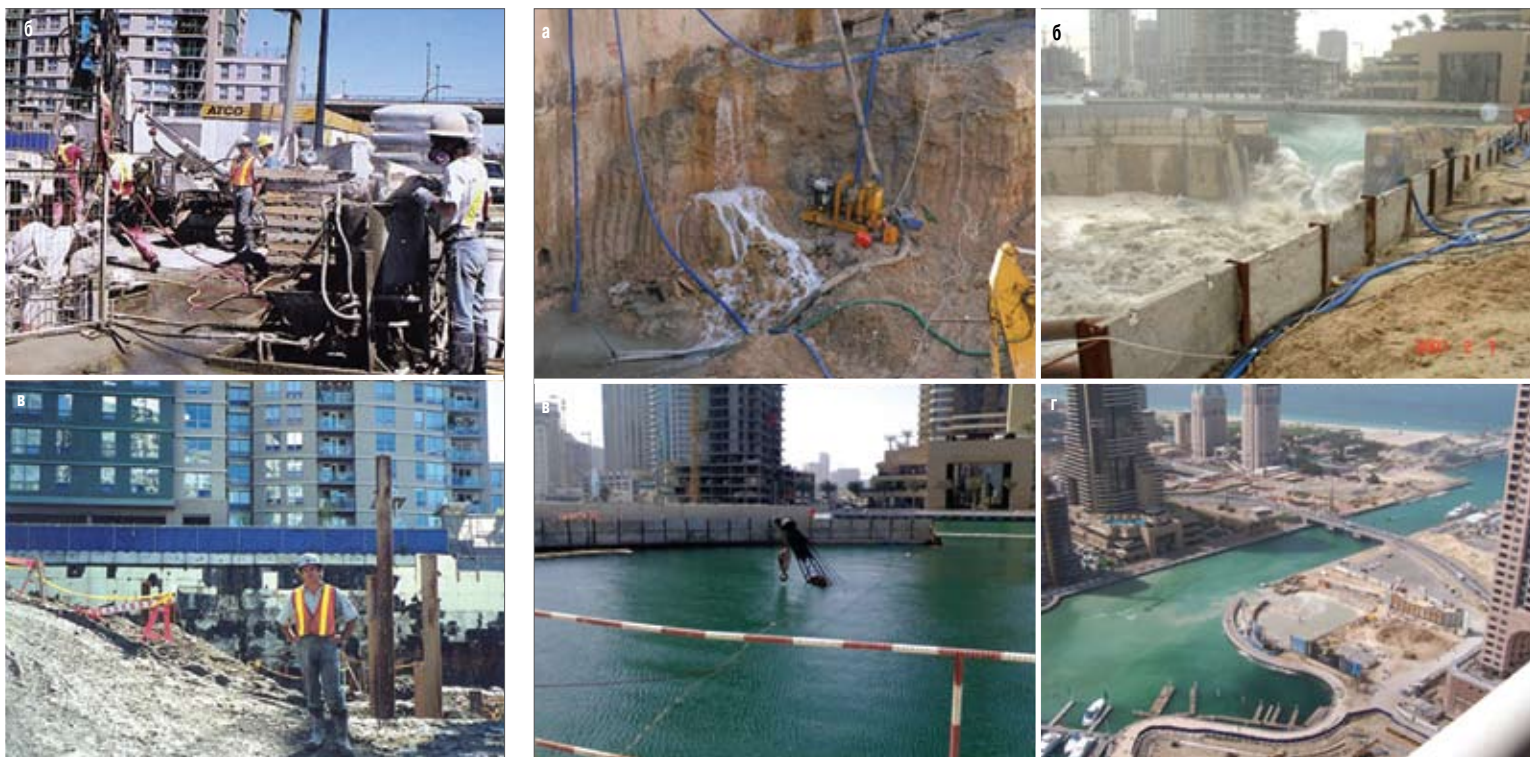


Рис. 5. Строительство Twisted Tower в Дубае, ОАЭ

шпунтового ограждения в Ванкувере

Предложение отступить от шпунта на 2–3 м для бурения и нагнетания раствора также было отвергнуто из-за наличия за пределами котлована большого количества городских инженерных сетей, которые легко повредить при буровых работах.

Тогда мною было предложено следующее решение, одобренное всеми: бурить скважины непосредственно за шпунтовой стенкой, но не вертикально, а под наклоном 20–30 градусов в сторону от шпунта. В данном случае предполагаемая зона нагнетания раствора будет удалена от шпунтовой стенки на 4–5 м, однако нет никакого риска повреждения инженерных коммуникаций при бурении. Для апробации метода решили забурить три скважины, при этом добавляя в раствор специальные красители, позволяющие сразу определять, через какое время его масса подойдет к шпунту и появится в котловане. Далее к раствору подбирались добавки — ускорители схватывания и твердения бетона. В каждом месте повреждения шпунта предлагалось пробурить до четырех скважин. Три первые — обязательные, а четвертая — контрольная. Работы успешно были выполнены в течение трех недель.

Мне довелось стать свидетелем еще двух аналогичных аварий, на сей раз в Объединенных Арабских Эмиратах.

С 2004 по 2010 гг. в Дубае был настоящий строительный бум. Строилось много современных высотных зданий и сооружений. В 30 км от городского центра прямо на берегу Персидского залива вырастал новый современный район Дубай — Марина. Там планировалось возвести более сотни высотных зданий. Одним из них стала так называемая танцующая башня Twisted Tower, или Кайан. Здание имеет 73 этажа и многоуровневый подземный паркинг. Строительство началось

в 2006 году. Сначала по проекту возвели массивную ограждающую конструкцию из железобетона, по технологии «стена в грунте». По мере разработки грунта в котловане стену ярус за ярусом крепили анкерами в целях предупреждения опрокидывания. Анкеры устанавливали глубиной до 25 м, при этом закрепляя их цементным раствором. При разработке грунта в стене, смежной с каналом, была обнаружена течь (рис. 5 а). По мере углубления котлована она увеличивалась, в воде уже появились следы цементного раствора (как потом выяснилось, анкеры установили с нарушением технологии, к тому же цементный раствор был плохого качества). Поверхность грунта вблизи стены стала просаживаться, на ней появились трещины. Руководство стройки, игнорируя эти факты, продолжало лишь откачивать воду из котлована и углублять его. Неожиданно для строителей произошло обрушение стены (рис. 5 б). К счастью, в тот момент на дне котлована людей не оказалось, но строительное оборудование, включая кран, было мгновенно и полностью затоплено. Меня пригласили уже после затопления на восстановительные работы. Небоскреб достроили в 2013 году (рис. 5 г).

Аналогичная история произошла также в Дубае и примерно в то же время, но на другом крупном проекте — Business Bay. Стена ограждающей конструкции рухнула из-за ошибок в проектной документации. Весь котлован был затоплен вместе со строительным оборудованием. Ошибки проектировщиков иногда слишком дорого стоят.

Следует упомянуть еще о трех показательных случаях, два из которых произошли по одной и той же причине, но в разных странах.



Рис. 6. Провалы грунта



Рис. 7. Гидроизоляция автодорожного тоннеля на Пальмовом острове в Дубае

Провалы в грунте (рис. 6 а, б) были связаны с его размывом в результате ошибок при строительстве. На рис. 6 а — провал на строительстве грузового порта в Арабских Эмиратах. Причальная стенка была выполнена из комби-шпунта (последовательным соединением звеньев трубо- и Z-образного шпунта), при этом его погружение осуществлялось с нарушениями регламента работ. В результате в нескольких местах звенья вылетели из замков и под воздействием нагрузки от грунта и подземных вод, прогнулись. Это первоначально не было замечено подрядчиком. Через некоторое время ежедневные приливно-отливные явления привели к значительному вымыву грунта из шпунтовых отверстий, и в какой-то момент случился провал. На ликвидацию аварии был приглашен автор этой статьи со своей командой. Мы предложили: заварить с внешней стороны дыры в шпунте, затем с внутренней стороны усилить конструкцию путем устройства грунтоцементных свай по методу струйной цементации, а далее засыпать и уплотнить грунт в соответствии с проектом. В течение месяца все работы были успешно завершены.

Другой похожий случай произошел в швейцарской Лозанне. В результате технологических ошибок при проведении работ по восстановлению главного коллектора в строящийся тоннель сначала стала постепенно просачиваться вода, но вскоре произошел внезапный выброс грунта в виде водонасыщенного песка и глины. Еще через короткое время на поверхности треснул и провалился асфальт, образовалась большая яма (рис. 6 б). Авария могла бы привести к более серьезным последствиям, но производитель работ вовремя принял меры, закрыв прорыв в тоннель и ликвидировав провал грунта.

Третий случай, который хотелось бы обсудить, является собой еще один показательный пример типичной ошибки инженеров-проектировщиков. Уверен, что аналогичные просчеты совершались в разных странах, но

сейчас речь об одном из крупных проектов в Арабских Эмиратах.

При недавнем строительном буме здесь работали сотни различных именитых компаний со всего мира. Город практически превратился в огромную стройплощадку. Одним из грандиозных проектов было сооружение так называемого Пальмового острова (Palm Jumeirah Island, Пальма Джумейра). Он создавался в прибрежной зоне Персидского залива путем намыва песка. Пальмовым остров назвали потому, что с высоты птичьего полета он выглядит в виде огромной пальмы. Общая длина этой «пальмы» составляет около 5 км, а самые большие отдельные «ветви» достигают 2,5 км. Пальма Джумейра со стороны моря обрамлялась другим островом, который намывался по форме полумесяца длиной около 8 км. Его внешняя сторона представляет собой берегозащитное сооружение, выполненное в виде каменной наброски, а на самом острове расположены пятизвездочные отели знаменитых брендов.

Острова соединяются шестиполосным автодорожным тоннелем. Его строили так называемым полукессонным методом, то есть сначала насыпали дамбы из песка, забивали в них металлический шпунт и тем самым создавали замкнутое пространство. Затем откачивали из него воду, углубляли на несколько метров дно, и в этой, по сути дела, траншее строили тоннель. Его бетонная конструкция с внешней стороны защищалась гидроизоляцией в виде синтетической геомембраны, которая приваривалась к ранее закрепленным в бетоне гидрошпонкам, также выполненным из аналогичного изоляционного материала (рис. 7 а).

После непродолжительных споров, как и во многих других дубайских проектах, была пролоббирована геомембрана из полиэтилена высокого давления с черной окраской (рис. 7 б). Она действительно надежная и долговечная, к тому же недорогая, ее действительно с большим успехом применяют в различных тоннельных проектах во многих странах, но для жаркого климата Дубая она не годится. Полиэтилен высокого давления при интенсивном солнечном свете и высокой температуре стало коробить, и от возникающего при этом напряжения гидрошпонки начало просто «вырывать» из бетона — а к ним, как известно, приваривается гидроизоляция... Таким образом, незнание важных свойств материала привело к увеличению затрат и сроков строительства тоннеля. Строителям удалось выкрутиться из этой ситуации, но не лучшим и не самым дешевым способом. «Вывранные» гидрошпонки «клеили» к бетону эпоксидной смолой. Как известно любому химику, к полиэтилену вообще ничего не клеят, но каким-то фантастическим образом шпонки все-таки были закреплены и к ним удалось приварить геомембрану. Однако качество решения оставляет желать лучшего, полностью устранить протекание тоннеля так и не удалось.

Конечно, было бы хорошо научиться на чужих ошибках. Хотя опыт говорит, что полностью избежать просчетов практически нереально, однако значительно уменьшить их количество можно и нужно, изучая ошибки коллег и делая из них выводы. ■





А. И. БРЕЙДБУРД,  
президент МАС ГНБ,  
генеральный директор  
ООО «Нефтегазспецстрой»/ГК  
«ЮНИРУС»

*“In today’s situation it is essential to study thoroughly the mistakes made by our western partners, their experience in correcting the mistakes and further to adopt the results taking into account the realities of present Russian market. Extensive development is over. We need development strategy for today, tomorrow and for foreseeable future” – expressed his opinion the president of International Association of HDD.*

# СТРУКТУРА ПОСТСОВЕТСКОГО РЫНКА ГНБ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ

**В сегодняшней ситуации необходимо детально изучить ошибки и опыт по их преодолению наших коллег на Западе, адаптировать результаты к реалиям современного российского рынка. Другого пути сохранения нашей подотрасли строительного комплекса в целом и каждого из предприятий в частности попросту не существует. Экстенсивный путь развития закончен, время «накачки» рынка бесчисленным количеством комплексов ГНБ непонятного происхождения безвозвратно ушло в историю. Нам нужна стратегия развития на сегодня, завтра и обозримую перспективу.**

## Мы и США

Сравним состояние рынков горизонтального направленного бурения в США и на постсоветском пространстве (рис. 1 и 2 соответственно) на начало 2016 года по такому важному параметру, как материал устанавливаемых по технологии ГНБ трубопроводов.

Исторически, в 80–90-х годах прошлого столетия, и наши американские коллеги строили переходы ГНБ в подавляющем большинстве из полиэтиленовых труб в основном по заказам предприятий телекоммуникационной отрасли. Однако, столкнувшись с кризисом телекома 2000-х годов, оставшись практически без заказов и работы, они оказались вынуждены искать новые ниши применения техники и технологии, и через 3–4 года успешно решили эту задачу.

Для подотрасли ГНБ тот американский кризис был гораздо глубже и серьезнее, чем проблемы современного российского рынка. Достаточно сказать, что производство буровых комплексов в США только за один 2001 год упало практически в 3 раза (с 3990 штук в 2000-м до 1355).

Это пике продолжилось и в следующие два года, последовательно опустившись до 535 в 2002 году и достигнув дна в 2003-м — 460 штук.

Понятно, что в основе этого драматического падения производства техники ГНБ находился глубокий структурный кризис

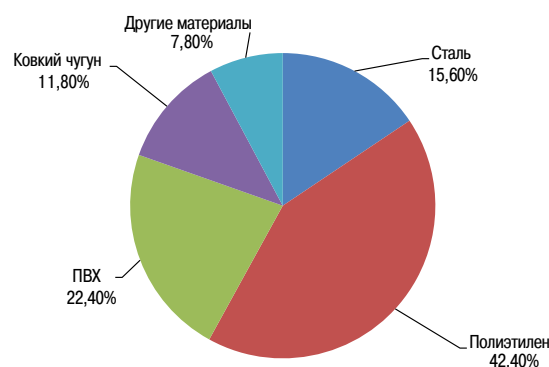


Рис. 1. Состояние рынка ГНБ в США

всей отрасли. Это была плата за относительно спокойное и безбедное существование в годы телекоммуникационного бума в США. Вам это ничего не напоминает?

Американский рынок ГНБ старше российского более чем на 20 лет. В сегодняшней ситуации нам необходимо детально изучить ошибки и опыт по их преодолению коллег на Западе, адаптировать результаты к реалиям современного российского рынка. Другого пути сохранения нашей подотрасли строительного комплекса в целом и каждого из предприятий в частности попросту не существует. Мы должны понять, что экстенсивный путь развития закончен, время «накачки» рынка бесчисленным количеством комплек-

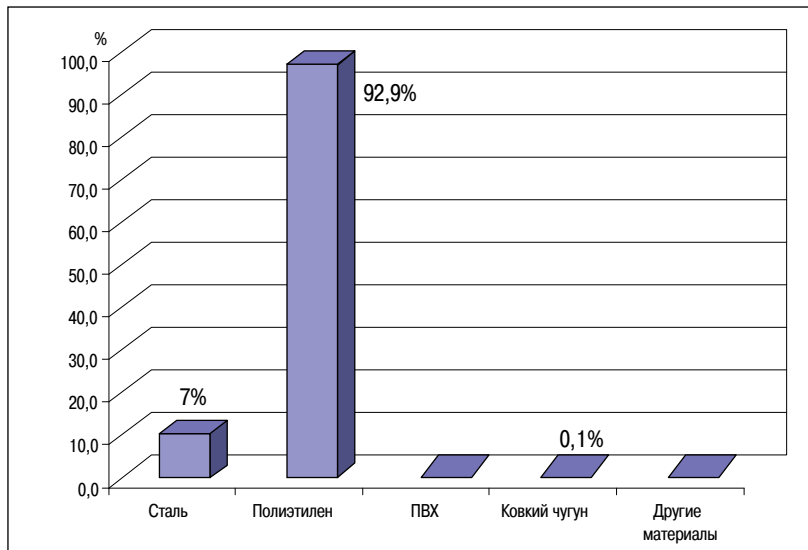


Рис. 2. Состояние рынка ГНБ на постсоветском пространстве

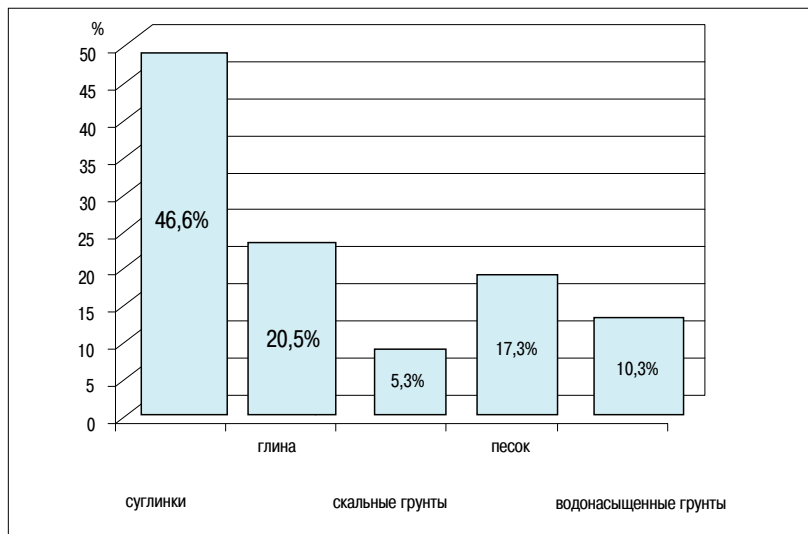


Рис. 3. Грунты, в которых предприятия МАС ГНБ работали в 2015 году

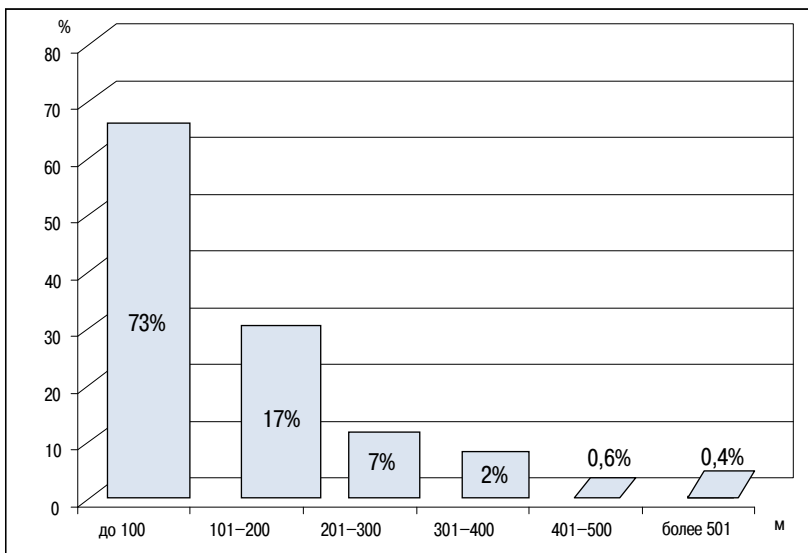


Рис. 4. Длины переходов, построенных по технологии ГНБ в 2015 году

сов ГНБ непонятного происхождения ушло в историю, причем безвозвратно. Нам нужна стратегия развития на сегодня, завтра и обозримую перспективу.

### Отрицательные рекорды

Выше мы пришли к первому важному выводу: нужно интенсивно искать пути внедрения ГНБ в инсталляцию труб из ПВХ, чугуна, стеклопластика и других «непривычных» материалов. Требуется совместная работа с производителями трубной продукции, освоение новых рыночных ниш, проведение комплекса просветительской работы с заказчиками трубопроводов из этих материалов (семинары, конференции, публикация статей, презентации и т. п.). В принципе, здесь ничего нового — все это мы делали в 90-х годах, когда внедряли технику ГНБ.

Далее обратимся к нашему аналитическому исследованию итогов прошлого года. Среднегодовой объем СМР по технологии ГНБ в среднем на одно предприятие в 2015 году составил 55 млн рублей — падение относительно 2014 года составило 22%, относительно 2013 года — 24%.

В среднем во всех типах грунтов, различных природно-климатических и горно-геологических условиях по технологии ГНБ в 2015 году каждое предприятие проложило 11,9 км трубопроводов различного назначения. Худший результат за все 13 лет наших исследований рынка был только в 2009 году — 10,2 км.

Комплексами ГНБ класса «мини» в 2015 году проложено 42% от общего километража построенных без внешних экскаваций грунта трубопроводов, «миди» — 52%, а «макси» — лишь 6%.

Рассмотрим диаграмму, показывающую, в каких грунтах работали предприятия МАС ГНБ в 2015 году (рис. 3).

В сложных геологических условиях так мало не работали никогда (2013 год — 8%, 2014 год — 7%).

Самым популярным среди участников исследования диаметром устанавливаемых в 2015 году трубопроводов были: у 24% предприятий — п/э 63 мм, у 22% предприятий — п/э 110 мм.

Подводные переходы в 2015 году составили рекордно низкие 11,5% от общего объема СМР членов МАС ГНБ (2013 год — 18%, 2014 год — 14%). А 47% респондентов вообще не построили ни одного подводного перехода по технологии ГНБ!

Длина 90% переходов не превышала 200 пог. м, а 73% их были менее 100 м (рис. 4). Средняя длина одного перехода составила, опять же, рекордно низкие за все 13 лет



нашего исследования 84,1 м (в 2013 году — 100,1 м, в 2014 году — 106,7).

Приведенный выше анализ объективно свидетельствует о существенном снижении всех основных параметров, характеризующих производственные показатели предприятий, эксплуатировавших технику и технологию ГНБ в 2015 году.

## Изменить структуру заказа

Прежде чем сформулировать некоторые конкретные векторы исправления негативных тенденций на постсоветском рынке ГНБ, обратимся к его структуре в разрезе отраслей наших заказчиков по итогам 2015 года (рис. 5).

Как и в предыдущие годы, основной объем заказов был сосредоточен в сегменте «строительство и ЖКХ» — 34,8% (для сравнения: в США — 26,7%).

Продолжило снижение количество работ в сфере электроэнергетики: с 20% в 2013 году до 10,9% в 2015-м (в США — 14%).

«Транспорт нефти и газа и продуктов их переработки» (в США — 33,1%), «связь и телекоммуникации» (в США — 20%) и остальные сегменты применения технологии остались на уровне прошлых лет.

Далее позвольте сконцентрировать внимание еще на нескольких очень, на наш взгляд, характерных цифрах. В 2015 году 83% участников исследования работали по заказам предприятий ЖКХ и строительной отрасли, 44% — в электроэнергетике, 65% — в нефтегазовом строительстве, 61% — в связи, 37% — в других отраслях.

За этими внешне сухими статистическими выкладками, исчерпывающе характеризующими современное состояние рынка бесстраншейного строительства трубопроводов различного назначения по технологии ГНБ, скрыты несколько рекомендаций, актуальных для дальнейшего динамичного развития наших предприятий. К сожалению, для существенного числа из них в современных реалиях это уже рецепты выживания.

Необходимо не в перспективе, а с сегодняшнего дня начинать интенсивную работу по кардинальному изменению структуры заказа по всему многопараметрическому спектру компонентов, формирующих этот ключевой рыночный показатель.

Выделим пять основных пунктов:

1. Диверсификация материала устанавливаемых трубопроводов (уже рассмотрена выше).

2. Необходимо опережающими темпами, несмотря на кризис, формировать материальную базу и обучать специалистов для экспансии в сторону резкого увели-

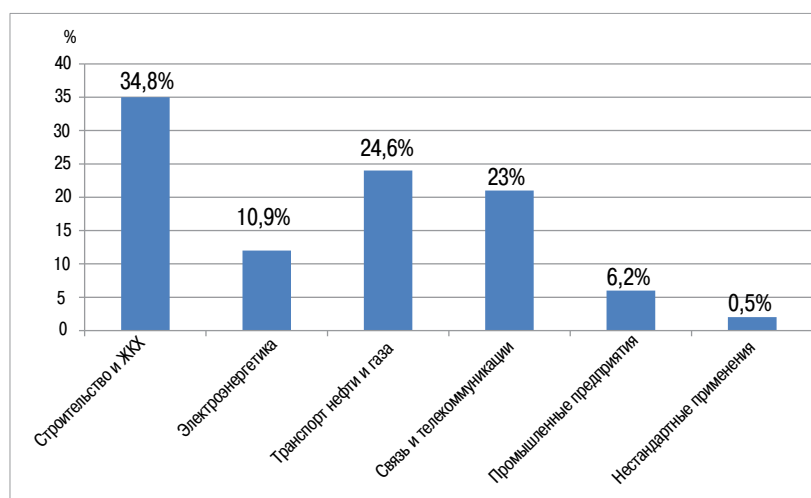


Рис. 5. Объемы заказов по отраслям в 2015 году

чения объемов работ в сложных горно-геологических условиях, включая скальные и вечномёрзлые грунты.

3. Модернизация эксплуатируемых комплексов ГНБ в ближайшее время, с учетом реальных экономических трудностей, представляется труднореализуемой задачей для многих предприятий, однако общее увеличение длин и диаметров прокладываемых коммуникаций не терпит отлагательства. Добиваться этого в сложившихся условиях необходимо за счет применения современных эффективных систем приготовления бурового раствора и особо чувствительных локационных систем. С другой стороны, центр эффективных и выгодных заказов в последние годы имеет ярко выраженную тенденцию смещения из европейской части страны в восточном и северном направлениях. Работа там требует определенной модернизации парка техники ГНБ, бурового инструмента и вспомогательного оборудования. Естественно, для этого на подготовительном этапе потребуются определенные затраты, но они окупятся и, несомненно, принесут дивиденды предприятиям, избравшим такую стратегию развития.

4. Подотрасль ГНБ родилась на строительстве подводных переходов. Сейчас работа в этом сегменте — вопрос экономического выживания наших предприятий. Рынок ГНБ в 2014–2015 гг. изменился кардинально. Сегодня уже практически невозможно выживать, а тем более развиваться на бесстраншейном строительстве переходов-«переулков» в городах полиэтиленовой трубой диаметром 110 мм.

5. Существующая структура заказов не позволяет нам «подняться с колен» и тем более не обеспечит дальнейшего развития.

ЖКХ в современных условиях таких возможностей не предоставляет. Прежде

всего, потому, что у подавляющего большинства крупных предприятий этой отрасли имеется свой парк техники ГНБ, а у прочих — нет и не предвидится средств на оплату наших работ.

В другом традиционном для нас сегменте — связи и телекоммуникаций — в условиях выпадающих доходов и большого числа проектов, реализованных основными операторами в предыдущие годы, тоже не ожидается на ближайшее время какого-либо серьезного развития в интересующем нас направлении.

Таким образом, совершенно очевидно, что при объективно сложившихся на всем постсоветском пространстве рыночных реалиях предприятиям ГНБ однозначно предопределен тернистый, долгий путь к серьезным проектам, работам в сложных горно-геологических условиях, в суровом климате Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока — по заказам Газпрома, Транснефти, Ростелекома, вертикально-интегрированных нефтяных компаний...

Именно здесь есть реальные финансовые средства, относительно достойные расценки, высокая вероятность своевременных расчетов за завершённое строительство объектов.

Однако, как говорится, за все в этой жизни надо платить. Путь к таким объектам весьма непрост. Необходимо пройти аккредитацию в этих компаниях, иметь соответствующие допуски СРО, высококвалифицированных специалистов на всех этапах технологического процесса, соответствующий решаемым задачам парк техники ГНБ, бурового инструмента и вспомогательного оборудования, историю положительной реализации аналогичных проектов методом бесстраншейного строительства и многое другое. ■



**Весна в этом году в Казань явно не торопилась. Несмотря на то, что март подходил к концу, гостей встречал снег и пронизывающий ветер. Однако в противовес недружелюбной погоде в гостиничном комплексе «Korston Hotel & Mall Kazan», где состоялась ежегодная Конференция предприятий-членов Международной ассоциации специалистов горизонтального направленного бурения (МАС ГНБ), 22–23 марта царил теплая атмосфера. Мероприятие проходило с особым размахом, поскольку оно не только в очередной раз стало крупнейшим событием в области бестраншейного строительства подземных коммуникаций на постсоветском пространстве, но и отмечало свое 15-летие.**

*The annual Conference of member companies of the International Association of Specialists in the Field of Horizontal Directional Drilling was held on March 22-23 in Kazan. It was a large event as it celebrated the 15th anniversary of the Conference.*

Полина БОГДАНОВА

## КОНФЕРЕНЦИЯ МАС ГНБ: ЮБИЛЕЙ С «ЗОЛОТЫМ БУРОМ»

XV ежегодная Конференция предприятий-членов МАС ГНБ собрала более 120 отраслевых «игроков высшей лиги». Как отмечают организаторы, в мероприятии приняли участие не только российские, но и зарубежные специалисты — представители ведущих предприятий, эксплуатирующих технику и технологию ГНБ, наиболее авторитетные компании, входящие в мировую элиту производителей комплексов ГНБ, бурового инструмента, локационных систем, компонентов для приготовления буровых растворов и бестраншейного строительства подземных коммуникаций по технологии ГНБ, представители власти, бизнесмены, заказчики и проектировщики этих работ.

Главной темой обсуждения стала оценка перспектив и преимуществ строительства подземных коммуникаций методом горизонтального направленного бурения (ГНБ), а также обсуждение современного состояния работ по нормативно-технической документации федерального уровня и обязательного применения.

Традиционно конференцию открыл президент МАС ГНБ, генеральный директор ООО «Нефтегазспецстрой»/ГК «Юнирус» (Казань) Александр Брейдбурд. В своем приветственном слове он поблагодарил всех присутствующих за участие в конференции и выразил надежду на то, что совместными усилиями удастся разрешить ряд отраслевых проблем в ближайшей перспективе.

Ключевым событием первого пленарного заседания форума стал доклад Александра Брейдбурда «Отраслевая структура постсоветского рынка ГНБ: современное состояние и динамика развития». Начав с анализа кризиса американского отраслевого рынка в начале 2000-х годов, президент ассоциации перешел к отечественным реалиям и призвал изучить ошибки западных компаний. Основная идея доклада заключалась в том, что экстенсивный путь развития для российского рынка ГНБ закончен и нужна стратегия «на сегодня, завтра и обозримую перспективу». Один из предполагаемых приоритетов — принципиальное увеличение объемов работ в сложных горно-геологических условиях Севера и Востока России. Для этого необходимо обучать специалистов и модернизировать материально-техническую базу вопреки экономическим трудностям.

Другие участники конференции в своих докладах также подняли ряд важных тем. На технических семинарах детально обсудили результаты эксплуатации техники и технологии ГНБ в основных отраслях-заказчиках бестраншейного строительства подземных коммуникаций (транспорт нефти, газа и продуктов их переработки, электроэнергетика, связь, ЖКХ). Внимание было уделено также комплексному применению траншейных и бестраншейных технологий строительства и ремонта современной подземной инженер-



ной инфраструктуры мегаполисов, разработкам и внедрению нормативно-технической документации и другим профильным вопросам. В частности, президент РОБТ Сергей Алпатов выступил с докладом «Взаимодействие с профильными общественными организациями и органами государственной власти в области стандартизации и ценообразования для работ, выполняемых с помощью бестраншейных технологий».

Впервые в истории конференции был проведен отдельный семинар «Эксплуатация комплексов ГНБ для практической реализации проектов добычи сверхвязкой нефти. Новое поколение буровых установок и новшества в технологии добычи и бурения», который собрал на своей площадке более 30 предприятий нефтегазовой отрасли России.

На второй день конференции в формате круглого стола были подведены итоги работы по трем основным блокам: разработка свода правил «Подземные инженерные коммуникации. Прокладка горизонтальным направленным бурением», ценообразование в области ГНБ, добыча сверхвязкой нефти.

В рамках торжественного приема по случаю юбилея основателям и активистам ассоциации были вручены награды и Почетные знаки МАС ГНБ в номинациях «За участие в организации, становлении и развитии МАС ГНБ» и «За взаимовыгодное и плодотворное сотрудничество». Президент РОБТ, генеральный директор Объединения подземных строителей и проектировщиков Сергей Алпатов, вручил почетные грамоты Национального объединения строителей (НОСТРОЙ) «За значительный вклад в развитие строительной отрасли Российской Федерации».

Особое внимание было уделено церемонии подведения итогов первой профессиональной премии в области горизонтального направленного бурения на постсоветском пространстве «Золотой бур», позиционируемой как высшая награда профессионального сообщества. Лауреатами стали компания «Herrenknecht AG» (Швангау, Германия) — «За разработку и внедрение новых технологий и бурового оборудования для добычи сверхвязкой нефти» — и ГУП «Мосгоргеотрест» (Москва) — «За заслуги в области практической реализации алгоритмов внесения работ по технологии ГНБ в геотоннель крупного городского образования».

23 марта в рамках конференции также состоялась презентация юбилейного издания, посвященного 15-летию МАС ГНБ, где отражены становление и развитие организации с момента ее образования и до сегодняшнего дня, интервью с ведущими специалистами в области горизонтального направленного бурения, уникальные объекты входящих в ассоциацию предприятий. ■





*On September 12-15, the XV World Conference of the Associated research Centers for the Urban Underground Space (ACUUS) will be held in Saint-Petersburg. The major topic for discussion will be "Underground urbanization as a prerequisite for the sustainable development of the present day cities". The international experience and competent opinion of the ACUUS experts shall help the authorities and society in Russia understand, that it is all about the future well-being.*

## ACUUS 2016: ВСЕ ФЛАГИ В ГОСТИ К НАМ

**С 12 по 15 сентября в Санкт-Петербурге пройдет XV Всемирная конференция Объединения исследовательских центров подземного пространства мегаполисов (ACUUS). Российским организатором мероприятия является Объединение подземных строителей и проектировщиков, оператором — выставочная компания «Примэкспо» в составе Группы компаний ИТЕ. Основной темой обсуждения станет подземная урбанизация как необходимое условие устойчивого развития современных городов. Мировой опыт и компетентное мнение экспертов ACUUS должны помочь власти и обществу понять, что речь идет не о выдумках ученых-теоретиков, а об основе благополучия завтрашнего дня.**

**Н**а сегодняшний день мегаполисы вплотную подошли к проблеме «пределов роста» и нуждаются в разработке инновационных стратегий территориального развития с использованием моделей «компактного города». При высоких темпах урбанизации необходимо по-новому управлять земельными ресурсами, не полагаясь исключительно на естественные процессы агломерации. Тот факт, что комплексное освоение подземного пространства является основой формирования комфортной и безопасной городской среды, за рубежом осознали уже более полувека назад. К сожалению, в вопросах градостроительного планирования Россия значительно отстает от ведущих стран мира. При этом для отечественных специалистов, владеющих самыми современными технологиями и имеющими опыт строительства в сложнейших гидрогеологических условиях, главный вопрос заключается не в том, как строить под землей, а в том, как эффективно развивать подземную инфраструктуру, вписанную в городскую среду.

### Впервые в России

Традиционно конференции ACUUS проводятся в крупнейших городах мира один раз в два года. В Санкт-Петербурге это значимое международное событие состоится впервые.

Важнейшими вопросами, обсуждаемыми на конференции, станут тенденции развития городских агломераций, экономика подземного строительства, роль метрополитена в формировании городской транспортной системы, внедрение технологий бестраншейной прокладки инженерных коммуникаций, строительство подземных сооружений в условиях вечной мерзлоты. Ведущие мировые эксперты представят новейшие достижения в области проектирования и строительства подземных сооружений различного назначения.

В рамках дискуссий с участием представителей власти и профессионального сообщества будут затронуты вопросы, касающиеся проектирования, строительства и эксплуатации объектов, проблемы нормирования и ценообразования и ряд других актуальных тем.

Конференция ACUUS 2016 года позволит российским специалистам более детально ознакомиться с опытом комплексного планирования подземного пространства, изучить достижения западных коллег и проанализировать допущенные ими ошибки, а также представить собственные разработки и ознакомить мировое профессиональное сообщество с проектами метрополитена и в целом — строительства под землей, успешно реализованными в уникальных гидрогеологических условиях Санкт-Петербурга.

По материалам  
компании «Примэкспо»



## При поддержке Правительства Санкт-Петербурга

Крупнейшая в мире конференция по освоению подземного пространства ACUUS 2016 пройдет при поддержке Правительства Санкт-Петербурга. В соответствии с распоряжением вице-губернатора Игоря Албина сформирован организационный комитет, в состав которого входят представители профильных городских ведомств: Комитета по транспорту, Комитета по инвестициям и стратегическим проектам, Комитета по промышленной политике и инновациям, Комитета по внешним связям, Комитета по градостроительству и архитектуре, Комитета по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры, Комитета по развитию транспортной инфраструктуры, Дирекции транспортного строительства, ГУП «Петербургский метрополитен», а также Объединения подземных строителей и проектировщиков, генеральный директор которого Сергей Алпатов входит в состав совета директоров ACUUS.

Ожидается, что в рамках пленарного заседания с докладом выступит Игорь Албин, а на планшетной выставке инновационных проектов развития городской инфраструктуры будет представлен стенд Правительства Санкт-Петербурга.

В рамках организации ACUUS 2016 подготовлены информационные письма за подписью Георгия Полтавченко и Игоря Албина в адрес руководителей государственных учреждений, научно-исследовательских организаций, профильных вузов России и стран ближнего зарубежья. Кроме того, приглашения к участию в конференции направлены в профильные департаменты и комитеты крупнейших городов Европы, Азии, США и Канады.

Таким образом, есть все основания утверждать, что уровень представительства участников ACUUS 2016 будет очень высок.

## При поддержке ООН-Хабитат

В рамках подготовки к предстоящей конференции в офисе ОАО «Метрострой» прошла встреча петербургских подземных строителей с главой международного отдела по уменьшению городских рисков ООН-Хабитат Дэниелом Льюисом и руководителем Программы ООН по населенным пунктам в РФ Татьяной Хабаровой. Эксперты подчеркнули важность участия Санкт-Петербурга в программе, ключевым принципом которой является предупреждение последствий влияния негативных факторов, препятствующих формированию дружественной человеку городской среды.

Во время встречи также обсуждалась идея подготовки показательного проекта комплексного пересадочного узла (ТПУ) и возможность его реализации на стыке территорий Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Воплощение идеи позволит отработать технологии и просчитать экономику строительства транспортно-пересадочных комплексов, эффективность которых доказана мировой практикой. Проект ТПУ планируется представить на ACUUS 2016 наряду с другими примерами

ми успешной адаптации транспортной системы к возрастающим потребностям современных мегаполисов.

Дэниел Льюис поддержал идею петербургских специалистов, выразил готовность оказывать содействие организаторам конференции в части привлечения ведущих экспертов, работающих в различных странах мира в рамках реализации программ ООН-Хабитат, и согласился непосредственно выступить с докладом в рамках пленарного заседания.

## С мировыми экспертами

На сегодняшний день к конференции уже проявили интерес как специалисты в области подземного строительства, так и архитекторы, проектировщики и урбанисты, занимающиеся вопросами социально-экономического развития городов и регионов. По приблизительным подсчетам, участие в мероприятиях ACUUS 2016 примут более 500 экспертов из России и зарубежных стран.

Среди ключевых спикеров конференции: президент ACUUS, профессор Национального технического университета города Афины Димитрис Калиампакос (Греция), почетный член ACUUS, профессор технического университета Луизианы Рэймонд Стерлинг (США), генеральный секретарь ACUUS, вице-президент и главный инженер HNTB Corporation Санья Златаник (США), генеральный директор International District (Подземный город Монреаль) Климон Дюэмэ (Канада), почетный профессор Технологического университета Вены Хайнц Брандль (Австрия).

Также доклады готовят руководители ведущих российских предприятий, работающих в области проектирования и строительства тоннелей, метрополитенов и подземных объектов различного назначения. Представители ОАО «Метрострой» и ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс» — «золотых» спонсоров конференции ACUUS 2016 — выступят на пленарном заседании и примут участие в работе специализированных секций.

Наглядно представить наиболее интересные разработки в области адаптации и развития городской среды российские и зарубежные предприятия смогут в рамках планшетной экспозиции и специализированной выставки, спонсором которой является ООО «НИПИ-Информатика», один из лидеров российского рынка систем автоматизированного проектирования (САПР).

Конференция ACUUS 2016 станет одним из важнейших событий в жизни мирового профессионального сообщества, а ее проведение в России позволит привлечь внимание власти и широкой общественности к проблемам развития городской подземной инфраструктуры.

Как подчеркивает член совета директоров ACUUS Сергей Алпатов, демонстрация достижений российских и западных специалистов позволит наглядно продемонстрировать представителям власти и широкой общественности преимущества подземной урбанизации и новые возможности для обеспечения комфорта и безопасности проживания в современных мегаполисах.

**Ознакомиться с более подробной информацией о конференции, в том числе с условиями участия, можно на сайте [www.acuus2016.com](http://www.acuus2016.com).** ■



*From May 31 to June 04 Moscow hosted 17th International specialized trade fair Construction Equipment and Technologies (СТТ). 26 countries participated in the event. Today СТТ is a fifth of the world's largest exhibition of construction equipment. This year the event was held in co-operation with the world exhibition industry leader Messe Munchen (Bauma organizer).*

## СТТ: К РОСТУ В НОВОМ ФОРМАТЕ

**В столичном «Крокус Экспо» с 31 мая по 4 июня в 17-й раз прошла Международная специализированная выставка «Строительная техника и технологии». Участниками стали 520 компаний из 26 стран, посетителями — 21 тыс. человек. На сегодняшний день СТТ является пятой в мире по величине выставкой строительного оборудования.**

**В**ыставка «Строительная техника и технологии» проводится ежегодно, начиная с 2000 года. За это время мероприятие успело стать лидером отрасли и заручиться поддержкой государственных и общественных организаций, ведущих профильных СМИ, российских и зарубежных ассоциаций производителей. СТТ — это отличная возможность увидеть и оценить все разнообразие строительной техники и технологий на одной площадке, пообщаться с представителями отрасли и заключить важные деловые контакты.

В этом году СТТ впервые проводилась совместно с одним из мировых лидеров выставочной индустрии, германской компанией «Мессе Мюнхен», при поддержке Ваума — крупнейшей в мире выставки строительных технологий и оборудования. Организаторы надеются, что опыт и достижения «Мессе Мюнхен» в сочетании с сильной позицией СТТ в России позволят проекту подняться на новый уровень.

На экспозиционной площади СТТ, которая составила 65 тыс. кв. м, посетители смогли познакомиться с новинками отрасли и обсудить последние тенденции рынка.

Национальные павильоны, где были показаны самые актуальные разработки, организовали Германия, Китай, Финляндия, Италия и Южная Корея. На стендах и открытых выставочных площадках свою продукцию продемонстрировали такие известные производители,



как Liebherr, Hitachi, Komatsu, «Группа ГАЗ», «КамАЗ» и другие.

Не осталась в стороне и компания John Deere, представившая пять видов дорожно-строительной техники, которые уже успели зарекомендовать себя у российских потребителей. Гости стенда смогли познакомиться с полноприводным автогрейдером 772G, фронтальным

Полина БОГДАНОВА





погрузчиком WL56, экскаватором E210LC, погрузчиком с бортовым поворотом 318E, а также с экскаватором-погрузчиком 315SK. Если же говорить о новинках, то к их числу можно отнести быстросъем John Deere.

Российское машиностроительное предприятие «Елабужский автомобильный завод» представило на СТТ свои лучшие образцы техники. Так, экскаватор-погрузчик ELAZ BL имеет ряд уникальных особенностей, обеспечивающих высокую надежность при эксплуатации. Большая грузоподъемность и увеличенное усилие на ковше позволяют говорить о высоких эксплуатационных качествах и производительности елабужского экскаватора-погрузчика. Новое поколение ELAZ BL 888 создано для обеспечения низких эксплуатационных расходов, максимального комфорта и упрощения работы оператора.

Крупнейшее предприятие Китая по производству асфальтосмесительных установок FJTТM — бывалый участник выставки. Как отметил представитель компании, формат ССТ — прекрасная возможность для общения фирм с потенциальными клиентами.

— СТТ на этот раз собрала не так уж много производителей в связи с непростой экономической ситуацией. Однако в любом случае компании, которые ценят российского потребителя, приняли участие в данной выставке, — прокомментировал менеджер по проектам FJTТM Дмитрий Корбун. Также он отметил, что специально для выставки компанией Fujian Tietuo Machinery был сделан уменьшенный макет асфальтосмесительной установки, чтобы посетители могли познакомиться с ней более детально.

Российский завод буровой техники «НПК «Гидрофоб ГНБ» регулярно участвует в московских профильных выставках общероссийского и международного масштаба. Невзирая на кризис, предприятие приняло участие в СТТ и в 2016 году, при этом став единственным производителем, представляющим технику ГНБ.

Таким образом, несмотря на сложную экономическую ситуацию, СТТ не просто продолжает полноценную жизнь, удивляя специалистов строительной отрасли техническими и технологическими новинками, но и открывает для себя новые перспективы. ■



СТТ — это отличная возможность увидеть и оценить все разнообразие строительной техники и технологий на одной площадке, пообщаться с представителями отрасли и заключить важные деловые контакты.





**У журнала «Подземные горизонты» изначально сложились отличные отношения с итальянскими специалистами, прежде всего, по проектированию и строительству транспортных тоннелей. Несмотря на осложнение международной ситуации, информационное сотрудничество в этой профессиональной сфере остается полноценным и даже получает развитие. Однако как на сегодняшний день можно оценить перспективы российско-итальянского партнерства в реальном секторе экономики? В преддверии Петербургского международного экономического форума на вопросы редакции любезно согласился ответить Чрезвычайный и Полномочный Посол Италии в Москве г-н Е. П. Чезаре Мария Рагальини.**

## ЧЕЗАРЕ МАРИЯ РАГАЛЬИНИ: «СОТРУДНИЧЕСТВО ПРОДОЛЖИТСЯ»

*From the very beginning, magazine “Podzemnye horizonty” has built excellent relations with Italian specialists, first of all, in the field of designing and construction of transport tunnels. Ahead of the Saint-Petersburg International Economic Forum the Extraordinary and Plenipotentiary Ambassador of Italy in Russia agreed to answer the questions of our editors.*

— Как известно, проводимая США и ЕС политика антироссийских санкций и российские ответные меры не способствуют развитию стратегического партнерства между нашими странами. Как вы оцениваете нынешнее состояние торгово-экономических отношений между Россией и Италией?

— Торговый обмен между нашими странами существенно снизился, главным образом, из-за общей тяжелой экономической ситуации, которую ныне переживает Российская Федерация. Среди факторов, обусловивших кризис, в частности в отношении финансов, присутствуют и западные санкции, но все же главная причина — это падение цен на углеводороды, дающие половину доходов государственной казны, и падение курса рубля. В любом случае, однако, сокращение экспорта у нас меньше, чем в среднем по ЕС, и Италия по-прежнему на втором месте среди европейских поставщиков России.

— Что вы думаете о реализуемой в данной ситуации российской политике импортозамещения?

— Мы поддерживаем план диверсификации экономики, реализуемый Москвой и, например, намерены предоставить в распоряжение российской легкой промышленности итальянские технологии, ноу-хау. Надо понимать, что историческая фаза, когда Россия оставалась преимущественно страной сбыта нашей экспортной продукции, в основном закончилась, и страна сейчас запускает процессы индустриализации. Это

открывает возможности стратегического размаха для итальянских компаний, готовых инвестировать в Россию или открывать совместные предприятия с российскими партнерами.

— Не секрет, что из-за обменного курса рубля российский рынок теряет привлекательность для многих иностранных предпринимателей. Не означает ли это, что неблагоприятный инвестиционный климат приведет к тому, что итальянский бизнес приостановит свои проекты в России? Уходят ли итальянцы с российского рынка? Если такие компании есть, в каких отраслях это наиболее заметно?

— Сотрудничество, несомненно, будет продолжено, и, я полагаю, в ближайшие годы будет расти, с учетом того, что наши экономики естественным образом взаимно дополняют друг друга. И хотя трудностей на этом пути хватает, наши компании по-прежнему верят в потенциал российского рынка. Результаты последних месяцев вполне положительные, если говорить о прямых инвестициях, создании совместных предприятий, участии в тендерах, а также о подписании новых масштабных соглашений о сотрудничестве и поставках.

Лучшей демонстрацией того, что итальянская экономическая система продолжает рассматривать для себя российский рынок как стратегический, станет Петербургский международный экономический форум, который пройдет в июне этого года. Российское правительство пригласило нас в качестве страны-партнера.

Интервью подготовлено при содействии пресс-службы Посольства Италии в Москве



Итальянскую делегацию возглавит премьер-министр Ренци. Мы рассчитываем, что наш бизнес будет представлен на высшем уровне. Сейчас мы работаем над созданием масштабного павильона «Итальянский дом», где надеемся представить наши достижения во всем блеске и многообразии.

— **На российском рынке давно и успешно работают такие компании, как Astaldi, Pizzarotti, Geodata, Massaferrì и другие. В какой мере сказались на их работе кризисные явления в российской экономике?**

— Традиционно итальянские предприятия, специализирующиеся в строительстве, в России работают давно и успешно участвуют в крупномасштабных проектах, реализуемых в последние годы. Хочу напомнить, в частности, что один из новых стадионов в Москве построен итальянской компанией, равно как и в Санкт-Петербурге — больница и участок КАД.

— **Оказывает ли Посольство Италии в Москве содействие итальянскому бизнесу в России? Взаимодействует ли с Агентством ИЧЕ? Если да, в чем выражается такое взаимодействие?**

— Посольство и московское представительство ИЧЕ, являясь нашим отделом по развитию торгового обмена, находятся в постоянном контакте с предпринимателями, прилагая усилия для развития их бизнеса в РФ. Мы очень активно работаем на то, чтобы предоставлять нашим компаниям максимально широкую информацию о возможностях предпринимательства в РФ. Совсем недавно в Милане перед аудиторией, где присутствовал цвет национального бизнеса, мы представляли «Справочник по инвестициям в России» — с рассказом о регионах и производственных отраслях, имеющих наибольший потенциал роста и, соответственно, наиболее интересных для итальянских капиталовложений. Я довольно часто встречаюсь с российскими губернаторами, и мы обсуждаем с ними возможности для итальянского бизнеса. Недавно под моим руководством делегация, куда вошли представители двух десятков итальянских компаний, посетила Новосибирскую область. В ходе визита я отметил большую заинтересованность в наших инвестициях.

— **Ваше превосходительство, до назначения в Москву вы работали в Иране, Канаде, Индии, Ираке, а также в ООН в Нью-Йорке. Чем отличается работа в России?**

— Все это страны, весьма отличные друг от друга по многим параметрам, в том числе в историческом плане. Отсюда следует, что и особенности работы неизбежно менялись. Впрочем, разве не в этом одна из притягательных черт дипломатической службы? Если все же попытаться сформулировать характерные черты моей службы в России, я бы выделил необыкновенный интерес россиян ко всему, что связано с Италией. Что значительно облегчает каждодневную деятельность!

— **Что общего и в чем различия русских и итальянцев? Что вы думаете о России в целом?**

— Общее у итальянцев и русских — это, наверное, прежде всего пассионарность, которая часто проявля-



ется в том, как ведут себя люди, и в том, какое значение придается личным отношениям. У нас разные способы выражения чувств и мнений, — хочу отметить это особо, поскольку итальянцы известны своей, так сказать, экспрессивностью, — но в любом случае есть что-то такое, на уровне метафизики, в силу чего мы с вами очень хорошо понимаем друг друга и испытываем взаимную симпатию.

А вот какое-то общее мнение о России сформулировать довольно сложно. Россия — страна огромная и гораздо более многогранная, чем принято думать. У России древнейшая и насыщенная история и культура, и этим нельзя не восхищаться. ■

# CESARE MARIA RAGAGLINI: “LA COLLABORAZIONE CONTINUA”

*La redazione di Orizzonti sotterranei sin dall'inizio aveva avviato ottimi rapporti con gli specialisti italiani, soprattutto con gli esperti nel campo della progettazione e costruzione delle gallerie.*

*Nonostante la difficile situazione creatasi nel mondo, la collaborazione in questo settore, anche attraverso lo scambio di informazioni, resta regolare e va ad evolversi. Come si possono valutare al giorno di oggi le prospettive del partenariato italo-russo nel settore reale dell'economia? Alla vigilia del Forum economico internazionale di San Pietroburgo l'Ambasciatore straordinario e plenipotenziario dell'Italia a Mosca Cesare Maria Ragaglini ha fatto la cortesia di rispondere alle nostre domande.*



**Come è noto, la politica americano-europea delle sanzioni contro la Russia e la posizione di risposta della Russia non favoriscono lo sviluppo del partenariato strategico tra i nostri Paesi. Come valuta il livello attuale dei rapporti economico-commerciali fra la Russia e l'Italia?**

L'interscambio Italia-Russia è calato sensibilmente soprattutto per la difficile situazione economica che sta attraversando la Federazione Russa, alla quale hanno contribuito, segnatamente sul piano finanziario, anche le sanzioni occidentali, ma in particolare la contrazione del prezzo degli idrocarburi (che valgono la metà del bilancio pubblico) e la svalutazione del rublo. Il calo del nostro export resta in ogni caso inferiore rispetto alla media UE e l'Italia rimane il secondo fornitore della Russia a livello europeo.

**Cosa ne pensa della politica della sostituzione delle importazioni avviata l'ultimo anno dalla Russia?**

Il piano di diversificazione dell'economia avviato da Mosca permette alle imprese italiane di disposizione dell'industria leggera russa le tecnologie e il know-how sviluppati in Italia. E' necessario comprendere che una fase storica – quella in cui la Russia era prevalentemente Paese di sbocco per le nostre esportazioni – si è, in larga misura, chiusa e si sta avviando un processo d'industrializzazione del Paese. Questa fase apre quindi opportunità strategiche per le aziende italiane disposte a investire per produrre direttamente in Russia o realizzando joint-ventures con partner locali.

**Non è un segreto che a causa del cambio del rublo, il mercato russo sta perdendo la sua attrattività per molte**

**società straniere. E' possibile che a causa del clima d'investimento sfavorevole nella Federazione Russa il business italiano bloccherà i propri progetti in Russia? Ci sono delle società italiane che stanno uscendo già ora dal mercato russo? Se la risposta è sì, in quali settori questo si manifesta maggiormente?**

La cooperazione è destinata a continuare e, auspicio, a crescere ancora nei prossimi anni, tenuto conto della naturale complementarità delle nostre economie. Sebbene le difficoltà non manchino, le nostre aziende continuano a credere nelle potenzialità di questo mercato. Negli ultimi mesi abbiamo avuto risultati positivi in termini d'investimenti diretti, di creazione di società miste, in gare infrastrutturali e sottoscrizione di nuovi, importanti accordi di collaborazione/fornitura.

La migliore dimostrazione di quanto il sistema economico italiano continui a considerare strategico il mercato russo si avrà al Forum Economico Internazionale di San Pietroburgo del prossimo giugno dove l'Italia parteciperà come Paese Ospite. La delegazione italiana sarà guidata dal Presidente del Consiglio Renzi. Contiamo inoltre di avere una presenza altamente qualificata delle nostre aziende, in rappresentanza di molteplici settori, e stiamo lavorando per realizzare un "Padiglione Italia" che possa dare ancora maggiore visibilità al nostro Paese e alle sue eccellenze.

**Sul mercato russo dell'edilizia dei trasporti hanno lavorato con successo per diversi anni società italiane come Astaldi, Pizzarotti, Geodata, Maccaferri e altre. Che effetto hanno avuto sulla loro attività i fenomeni di crisi nell'economia russa?**

L'intervista è stata redatta in collaborazione con l'ufficio stampa dell'Ambasciata d'Italia a Mosca



Tradizionalmente le imprese italiane nel settore delle infrastrutture sono molto presenti in Russia e partecipano ad alcuni dei più importanti progetti di sviluppo realizzati nel Paese negli ultimi anni. Vorrei in particolare ricordare che uno dei nuovi stadi costruiti a Mosca è realizzato da un'azienda italiana, così come il nuovo ospedale e la circonvallazione autostradale di San Pietroburgo.

**L'Ambasciata d'Italia a Mosca presta assistenza al business italiano in Russia? L'Ambasciata d'Italia coopera con l'Agenzia ICE in Russia? Se la risposta è sì, in che cosa si esprime questa cooperazione?**

L'Ambasciata e l'Ufficio ICE di Mosca (che rappresenta l'Ufficio per gli scambi commerciali della stessa Ambasciata) operano quotidianamente a contatto con le nostre imprese per favorire il consolidamento dei loro affari nella Federazione. Siamo inoltre particolarmente attivi nel far conoscere in Italia le opportunità che la Federazione offre alle nostre aziende. Da ultimo, abbiamo presentato a Milano a una platea composta dalle principali aziende italiane una Guida per gli Investitori italiani in Russia e una mappatura delle regioni più promettenti e dei settori produttivi che potenzialmente hanno i maggiori margini di crescita e che possono risultare particolarmente interessanti per le aziende italiane. Incontro inoltre spesso i Governatori delle regioni russe per discutere le opportunità d'investimento per la comunità imprenditoriale. Recentemente ho guidato una Missione di Sistema composta 20 aziende italiane nella Regione di Novosibirsk, dove ho potuto riscontrare un grande interesse verso i nostri investimenti.

**Sua Eccellenza, prima del suo incarico a Mosca, aveva prestato servizio diplomatico in Iran, in Canada, in India, in Iraq e presso le Nazioni Unite a New York. Il Suo lavoro in Russia è diverso da quello negli altri Paesi?**

Si tratta di Paesi diversi tra di loro sotto molti profili e in situazioni storiche molto differenti. E' quindi inevitabile che anche il mio lavoro sia stato di volta in volta differente. Del resto, è questo uno degli aspetti affascinanti della carriera diplomatica. Se dovessi però identificare un tratto caratteristico del mio incarico in Russia, menzionerei lo straordinario interesse che il popolo russo dimostra verso tutto ciò che riguarda l'Italia, facilitando notevolmente il mio lavoro quotidiano!

**Cosa c'è in comune e che differenze ci sono fra gli italiani e i russi? Qual è la Sua opinione sulla Russia in generale?**

Di comune tra russi e italiani c'è forse la passionalità che emerge spesso negli atteggiamenti e l'importanza che viene attribuita al rapporto personale. Siamo invece differenti nella comunicazione dei nostri sentimenti e delle nostre opinioni (va detto che gli italiani sono come noto particolarmente "espressivi"...).

Vi è in ogni caso qualcosa di particolare, quasi di chimico, che fa sì che russi e italiani s'intendano particolarmente bene e si piacciono reciprocamente.

E' difficile esprimere un'opinione generale sulla Russia: e' un grande Paese, molto piu' diverso di quanto si creda, con una Storia e una cultura antica e complessa – ed e' difficile non restarne affascinati. ■



# ASTALDI: ПО ПУТИ ПРОГРЕССА

**Для нас, жителей Северной столицы, кто хотя бы немного интересуется возведением транспортных объектов, компания Astaldi прежде всего связывается со строительством центрального участка Западного скоростного диаметра и скоростной платной автомобильной дороги Москва — Санкт-Петербург, хотя для самой фирмы эти проекты далеко не первые в России и даже в Санкт-Петербурге. Для сотрудничества нет границ и преград, когда есть добрая воля и желание добиться успеха — в этой истине я убедилась еще раз после встречи с генеральным директором Astaldi Чезаре Бернардини, состоявшейся в Риме, в центральном офисе компании.**



ST. PETERSBURG WESTERN HIGH SPEED DIAMETER PROJECT

**196158 Россия,  
Санкт-Петербург,  
Дунайский пр., 13, корп. 1  
Тел.: +7 (812) 320-56-46  
<http://www.ica-whsd.com/ru>**

Беседовала  
Регина ФОМИНА

**— Г-н Бернардини, расскажите кратко, с чего все началось? Как появилась такая компания, как Astaldi?**

— Компания была основана в 1926 году как индивидуальное предприятие инженера Санте Астальди. Специализировалась фирма на выполнении строительных работ в Италии. К началу Второй мировой войны в активе компании были работы по строительству железных дорог, акведуков, портов и общественных зданий как на территории Италии, так и в некоторых африканских странах. Среди самых первых значимых проектов — железнодорожные магистрали Рим — Неаполь (1926–1929 гг.) и Болонья — Флоренция (1933–1935 гг.) в Италии и автомобильная дорога Аддис-Абеба — Великие озера (1939–1940 гг.) в Эфиопии. После войны сфера деятельности расширилась — в зону интересов сначала попал африканский континент, где велось активное строительство дорог. А в 1950 и 1970 гг. филиалы и представительства Astaldi появились на Ближнем Востоке, в Центральной и Южной Америке. В 1980–1990 гг. компания вышла на рынки Соединенных Штатов Америки, Турции, Индонезии. На сегодняшний день мы ведем проекты в 20 странах мира на сумму в 28 млрд евро.

**— В каких сферах работает компания?**

— Практически во всех секторах гражданского строительства. В особенности нас интересуют крупные транспортные инфраструктурные проекты: строительство железных и автомобильных дорог, метро, аэропортов. Кроме того, строим гидроэлектростанции. Не так давно подсчитали, что с момента основания нашей компании специалисты Astaldi проложили 5 тыс. км железных и 15 тыс. км автомобильных дорог, 110 км трубопроводов водоснабжения и эстакад, 215 км тоннелей, построили 160 км мостов, 68 дамб, 33 ГЭС, 80 водопроводов и очистных сооружений, 20 больниц и 19 аэропортов.

**— Ваша компания давно и довольно успешно занимается строительством тоннелей и метрополитенов, в том числе и с помощью тоннелепроходческих щитов. Расскажите об этом виде вашей деятельности.**

— С помощью ТПМК мы ведем строительство подземных сооружений с 1984 года. Пожалуй, самый необычный проект — это прокладка 27-километрового подземного



тоннеля, предназначенного для размещения ускорителя Большого адронного коллайдера. Необычным его можно назвать по цели использования, в техническом отношении он не представлял особой сложности. Объект находится на границе Швейцарии и Франции.

У компании богатый опыт строительства метрополитенов в Италии. Не так давно в Милане мы завершили линию М5 протяженностью 12,8 км, на которой расположены 19 станций. Она полностью автоматизирована, функционирует без машинистов. Проходка велась с помощью двух ТПМК диаметром 6,7 м. Скорость проходки составляла 16 м в день. В настоящее время в этом же городе идет реализация линии М4, ввод в строй запланирован на 2022 год.

Несколько слов о римском метро. Строящаяся линия пересечет Вечный город с юго-востока на северо-запад и будет иметь в своем составе в общей сложности более 30 станций. Рим — один из старейших городов мира, поэтому постоянно возникают проблемы, связанные с многочисленными археологическими находками.

И если проходка тоннелей, как правило, идет ниже уровня культурного слоя, то выход на поверхность вентиляционных шахт и сходов со станций вызывает немало сложностей. На сегодняшний день введена в эксплуатацию 21 станция из запланированных 24, проложено 18,5 км тоннелей из возможных 21,5.

Стоит упомянуть линии метрополитена в Неаполе, наши уже завершённые зарубежные проекты в Варшаве, Стамбуле. На мой



взгляд, станции, построенные в столице Польши наиболее красиво оформлены и необычны. В настоящее время Astaldi осуществляет строительство двух линий — 4 и 5 в Бухаресте.

— Не так давно в печати появились сообщения о том, что компания Astaldi предложила свои услуги по строительству в Екатеринбурге второй линии метрополитена...

— Мы знаем, что проект общественно востребован. Линия должна соединить западную и восточную части города и проходит через густо населенные микрорайоны. Конечно, любой муниципалитет мира ограничен в развитии возможностями бюджета. В приоритете у городских властей — социальные расходы, поэтому инвестиции в долгосрочные инфраструктурные проекты не всегда возможны. Выход один — привлечение частных инвестиций. К сожалению, пока вопрос о нашем участии в проекте не решен.

— Если опять немного углубится в историю, когда компания Astaldi впервые зашла на российский рынок?

— Истоки сотрудничества берут начало со времен существования Советского Союза. В период с 1980 по 1995 гг. Astaldi работала вместе с фирмой «Кодест», входила с ней в одну группу компаний. И начинали мы свою деятельность именно в городе на Неве — возводили здания, гостиницы, корпуса промышленных предприятий. После чего мы продолжили свою деятельность в других регионах мира и вернулись в Россию только 5 лет назад, и снова в Петербург. В конце 2014 года вместе с турецким партнером IC Ictas Astaldi завершила контракт на продолжение строительства международного аэропорта Пулково (работы начались в 2011 году). Построено новое здание, терминал с 85 стойками регистрации, бизнес-центр, отель, проведена реконструкция «Пулково-1». Наверняка вы могли оценить, как мы говорим между собой, наше красивое «Пулково».

— Безусловно, воздушные ворота Северной столицы выглядят достойно, работы выполнены на отлично. Уверена, что и центральный участок ЗСД, по сути, морские ворота Петербурга, станут такой же визитной карточкой города. Этот проект вы также ведете вместе со своим турецким партнером. Не стоит скрывать, что два последних года для России выдались непростыми, кроме того, на турецкие строительные компании наша страна наложила ряд ограничений. Не вызвали ли политические и экономиче-



Новые станции Варшавского метрополитена

ские проблемы негативные последствия и повлияли ли они на ход строительства?

— Особенно сложным для нас оказался 2015 год. В основном из-за обесценивания рубля. Хотя сыграло негативную роль и введение санкций против турецких организаций. Но стоит отметить, на ход строительства все это не оказывает существенного влияния. Работы идут в штатном режиме, по плану и уверен, что никаких «казусов», задерживающих сдачу объекта в сроки, обозначенные в контракте, не произойдет.

— Другой крупный российский проект Astaldi — строительство скоростной платной автомобильной дороги Москва — Санкт-Петербург (7–8 этапы). С какими трудностями приходится сталкиваться при его реализации? И удастся ли использовать опыт, накопленный в других странах?

— Конечно, мы используем весь накопленный опыт. Строительство идет в соответствии с графиком и объект будет сдан вовремя.

Трудности, с которыми мы столкнулись, в основном касаются разработок новых песчаных карьеров. Кроме того, увеличилась цена на инертные материалы, возросли транспортные расходы, так как в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации был сокращен разрешенный максимальный вес заполненного грузовика.

— Как вы оцениваете профессиональный уровень российских специалистов?

— В целом, довольно высоко. В основном люди, с которыми мы общаемся, — высококлассные специалисты, готовые к решению любого спектра задач.

— Каковы ваши планы деятельности на российском рынке?

— Мы заинтересованы остаться в России, будем искать новые предложения и надеюсь, что наше сотрудничество с вашей страной продлится еще долго. Мы планируем участвовать в проектах на основе государственно-частного партнерства. Возможности и ресурсы вашей страны колоссальны, и множество объектов можно построить на благо людям. Может быть, вам известно, что Италия обратилась в Евросоюз с просьбой отменить санкции против России. Надеюсь, что здравый смысл в конце концов восторжествует.

— И напоследок, личный вопрос: какими качествами нужно обладать, чтобы руководить такой крупной компанией, как Astaldi?

— Безусловно, здесь нужны опыт, инженерное мышление, знания ноу-хау. Я начал работать в 1983 году, мне повезло быть задействованным в различных областях и постичь тонкости инженерных решений, организации и управления производством. Помимо этого руководителю необходимо хорошо разбираться в технических условиях, обладать свежими идеями, терпением. И нельзя забывать, чем дальше ты отдаляешься от непосредственной работы на объекте, тем больше ты нуждаешься в других людях. Важно уметь правильно подобрать персонал.

— В данный момент вы чувствуете себя больше инженером или руководителем?

— Сложно выделить что-то одно. Можно сказать, что я руководитель, который мыслит как инженер. К счастью, здесь не возникает конфликта. ■



***We, the inhabitants of the northern capital, who have a minimum interest in the construction of transport facilities, primarily associate Astaldi with the construction of the central section of the Western High Speed Diameter and high-speed toll highway from Moscow to St. Petersburg. Although these projects are not the first ones undertaken by the company in Russia and even in St. Petersburg. There are no boundaries or barriers for cooperation, when there is a good will and desire to succeed – this fact confirmed to be the truth once again after a meeting with Cesare Bernardini, General Manager of Astaldi, which has been held in the central office in Rome.***

Interviewed  
by Regina Fomina

# ASTALDI: BUILDING FOR PROGRESS

*Cesare Bernardini talks about expectations and plans in Russia*

**Mr. Bernardini, may you tell us, please, about the origin of the company in a few words? How was such company as Astaldi established?**

The company was established in 1926 as a sole proprietorship of Sante Astaldi, engineer. The company's profile was the execution of construction works in Italy. By the beginning of the Second World War, the company has already constructed railways, aqueducts, ports and civil buildings both on the territory of Italy and in some African countries. The first significant projects include main railway lines from Rome to Naples (1926-1929) and from Bologna to Florence (1933-1935) in Italy and the road from Addis Ababa to Great Lakes (1939-1940) in Ethiopia. After the war, the scope of activities expanded: the African continent was the first in the range of interests, the continent where the construction of roads was vigorous. During the 1950s and 1970s, Astaldi branches and offices appeared in the Middle East, Central and South America. In 1980-1990, the company came in the markets of United States of America, Turkey, Indonesia. Nowadays it can count on a backlog of over 28 billion Euros with activities in 20 countries.

**In what areas does the company operate?**

We operated in all civil engineering sectors. In particular, we are interested in large transport infrastructure projects: construction of railways and roads, subways, airports. Besides that, we build also hydroelectric power stations. It has been recently calculated, that since our company's founding, Astaldi experts have laid 5 thousand kilometers of railways and 15 thousand kilometers of roads, 110 kilometers of water supply pipelines and racks, 215 kilometers of tunnels, they have built 160 kilometers of bridges, 68 dams, 33 hydroelectric power stations, 80 water supply systems and water treatment facilities, 20 hospitals and 19 airports.

**Your company has been long and successfully engaged in the construction of tunnels and subways, including the construction using tunnel-boring shields. May you tell us, please, about this type of your activity?**

With the help of tunnel-boring machines, we have been executing underground constructions since 1984. Perhaps, the laying of the 27-kilometer underground tunnel, designed to accommodate the Large Hadron Collider, the accelerator, was the most extraordinary project. It can be called extraordinary due to the objectives of usage, from the technical point it was not difficult. The site is situated on the border of Switzerland and France.

The company has vast experience in construction of subways in Italy. In Milan, we have completed the new subway line M5, which length is 12.8 km, of which 19 stations are located. It is fully automated and works without drivers. The tunnel excavation was carried out with two tunnel-boring machines with 6.7 m diameter. The penetration rate was 16 m per day. Nowadays we are constructing the new line M4 in Milan, with a completion scheduled for 2022.

I should say a few words about the Rome subway. The line will cross it from southeast to north-west and will count in total more than 30 stations. Rome is one of the oldest cities in the world, and thus there are always problems connected with numerous archaeological finds. Moreover, if the tunneling is usually below the level of the archeological layer, the exit to the surface of ventilation shafts and approach ramps from the stations may causes difficulties. As of today we have completed and opened to public use 21 out of 24 stations and 18.5 Km out of a total of 21.5 Km.

It is worth mentioning subway lines in Naples, our completed international projects in Warsaw and Istanbul. In my opinion, stations built in the capital of Poland are the most beautifully decorated and unusual. Currently, Astaldi is building two lines, 4 and 5, in Bucharest.



**It has been recently reported in the press that Astaldi has offered its services for the construction of the second subway line in Yekaterinburg...**

We know that the project is socially demanded. The line will connect the western and eastern parts of the city and pass through densely populated neighborhoods. Most certainly, every municipality of the world has limited in the development by the budget. The social expenditures are the priority of the city authorities, because long-term investments in infrastructure projects is not always possible. The only way out is to attract private investment. Unfortunately, the matter of our participation in the project has not been settled yet.

**If we go a little further back in history, when did the company Astaldi first come to the Russian market?**

As regards the origins of cooperation, they begin in the time of the Soviet Union. Between 1980 and 1995, Astaldi worked together with Codest company and was included with it in the same group of companies. Moreover, we started our activities in the city on the Neva River: we constructed buildings, hotels, production plant sites Astaldi returned to Russia only 5 years ago, and again in St. Petersburg. In late 2014, together with Turkish partner IC Ictas we completed a contract for the expansion of Pulkovo International Airport (The works began in 2011). A new building, terminal with 85 stands for registration, business center, and hotel have been build, reconstruction of Pulkovo-1 has been carried out. Surely you've heard how we say each other: "Our beautiful Pulkovo".

**Without doubt, air gate of the Northern Capital looks good; the work was carried out perfectly. I am sure that the central portion of the Western High-Speed Diameter, that is virtually the sea gates of St. Petersburg, will become the architectural landmark of the city too. You are carrying out this project along well with your Turkish partner. Do not hide that the last two years were difficult for Russia; moreover, our country has imposed a number of restrictions on the Turkish construction companies. Had the political and economic problems inflicted negative effects and had they influenced the construction progress?**

2015 turned out to be especially difficult for us. Mainly due to the depreciation of the ruble. Although, the imposition of sanctions against Turkish organizations played a negative role too. Although it is worth noting, all this has no significant effect on the construction progress and the performance time. The works are carried out under normal conditions.

ПОДЗЕМНЫЕ ГОРИЗОНТЫ №9. Июнь/2016



**But the completion of construction of the Western High-Speed Diameter has been postponed to a later date...**

Everything is proceeding according to the plan, and we will respect the contractual date for the completion of the Project.

**The construction of high-speed toll highway M11 from Moscow to St. Petersburg, lots 7 and 8, is another major project of Astaldi in Russia. What are the difficulties encountered in its implementation? And do you use your experience gained in other countries?**

It is for sure that in carrying on M11 Project we use all the experience already gained. The construction is going as scheduled and the Project will be delivered on time.

The difficulties we have encountered are mainly related to the opening of sand quarries and to the increase of sand price and transport cost as a result of the actual law, which has reduced the maximum permissible truck weight.

**How do you evaluate the professional level of Russian specialists?**

In general it is quite high. Generally people, with whom we communicate, are highly trained specialists who are ready to solve any range of problems.

**What are your plans on the Russian market?**

We are interested to stay in Russia, to seek new proposals, and I hope that our relationship in your country will last for a long time. We are planning to participate in projects based on public-private partnership. Opportunities and resources of your country are enormous, and many projects can be built for the benefit of the people. Perhaps you are aware that Italy has asked the European Union to cancel the sanctions against Russia. I hope that the common sense will eventually prevail.

**Finally, let me ask you a personal question. What features shall a person possess in order to be a General Manager of such a large company as Astaldi?**

One needs experience and engineering know-how. I started working in 1983, I was lucky to be involved in various fields, to grasp the subtleties of engineering, production organization and management. In addition, the head must be well-versed in the technical specifications, have fresh ideas, and patience. Moreover, we must not forget, the further you are moving away from the direct work on the project, the more you need the support of valuable colleagues so being able to choose the right personnel is very important.

**Nowadays, do you feel more engineer or manager?**

It is difficult to single out one thing. You could say that I am a manager who is able to think also like an engineer. Fortunately, there is no conflict. ■



## Справка

Компания *Prometeoengineering.it S. r.l.* была основана в Риме в 2005 году инженером **Алессандро Фокараччи**, имевшего к тому моменту опыт проектирования почти 300 км автодорожных, железнодорожных тоннелей и тоннелей метро. Самые крупные проекты:

- железнодорожные тоннели высокоскоростных линий «Рим — Неаполь» и «Болонья — Флоренция»;

- метрополитены Рима, Милана, Лиона, Барселоны и Марселя.

Разработанная компанией инновационная система безопасности на транспортных объектах «Итальянский метод оценки рисков» (IRAM), основанная на самых передовых методиках проектирования, сразу получила признание как в Италии, так и на мировом уровне.

*The Founder and Manager of company Prometeoengineering.it, known for its achievements in designing of transport tunnels not only in Italy, but also in other European countries, tells in the exclusive interview about his professional career, internationalization, know-how in security etc.*

## АЛЕССАНДРО ФОКАРАЧЧИ: ЧЕЛОВЕК, ВЛЮБЛЕННЫЙ В ТОННЕЛИ

*Интервью назначено на 9.30 утра, и мы идем в офис Prometeoengineering.it S. r.l., рядом с Виале Мадзини, в прекрасном районе Прати, в нескольких шагах от Ватикана и центра Рима. Нас вежливо встречают, объявляют о нашем прибытии, и через несколько секунд к нам выходит замечательный инженер Алессандро Фокараччи — он же основатель и руководитель компании, хорошо известной не только на итальянском, но и на международном рынке тоннелестроения.*

— Господин Фокараччи, мы можем поговорить о вашей карьере, о ваших высоких должностях и о вашем особенном интересе к транспортной инфраструктуре?

— Мой опыт работы в области развития транспортной инфраструктуры составляет уже около тридцати лет. Я участвовал в разработке важных проектов для Государственных железных дорог Италии, в сотрудничестве с ведущими строительными компаниями — такими как Anas S.p.A., Salini-Impregilo, Gruppo Autostrade per l'Italia, Astaldi и несколько других концессионеров общественных работ.

С 2005 года я руковожу Prometeoengineering.it, являясь техническим и генеральным директором компании, которая осуществляет деятельность в области инжиниринга и стратегической инфраструктуры, уделяя особое внимание геотехническим и подземным работам.

Уникальное ноу-хау, разработанное для строительства тоннелей, позволило нам выделиться и быстро утвердиться на итальянском и международном рынках как одной из ведущих компаний в области проектирования, консалтинга и технической поддержки при строительстве

Интервью  
подготовлено  
при содействии  
PR-службы

Prometeoengineering.it S. r. l.



**Виале Маццини, 11**

**00195 Рим**

**Тел.: 0633225350**

**Факс: 0696043648**

**www.prometeoengineering.it**



дорожных и железнодорожных тоннелей и других подземных сооружений. Многогранное образование, опыт и высокий профессионализм технического персонала Prometeoengineering.it позволяет нам предлагать полное и своевременное обслуживание, отслеживая работу от концепции до эксплуатации и охватывая все аспекты разработки, планирования, оценки осуществимости, анализа, предварительного проектирования, исполнительного строительства, надзора за строительством, технической помощи, проектирования систем безопасности и производства комплектного оборудования.

Prometeoengineering.it S.r.l. делает все возможное, чтобы с высокими стандартами качества удовлетворить все просьбы своих клиентов, и зачастую нам удавалось разработать инновационные методы для решения различных задач. Устойчивый рост с точки зрения людских, материальных и экономических ресурсов свидетельствует о качестве услуг и является результатом той приверженности призванию, той настойчивости и даже страстности, с которыми сотрудники Prometeoengineering.it выполняют свою работу.

#### — Как же родилась эта страсть к тоннелям?

— В любых наземных работах уже нет никаких тайн: известны нагрузки, структура, а также материалы. Возьмем, к примеру, мост: нет ничего, что мы не можем предопределить.

Теперь обратимся к тоннелям. В этом случае грунт, так или иначе, постоянно меняется, и никогда заранее не известно, чего ожидать. Например, мы можем найти воду, ее выход на поверхность. Только изучение разных и интересных подземных процессов позволяет нам понять, что будет происходить. Все это увлекает меня, интригует, поэтому я с огромным удовлетворением посвящаю основную часть своей жизни тоннелям.

#### — При таком отношении, какая же из ваших работ на сегодняшний день вам дала наибольшее удовлетворение?

— Без сомнения, строительство высокоскоростной железнодорожной линии «Болонья — Флоренция», в составе которой построено около 90 км подземных сооружений. Это лучшая работа, которую мы сделали.

#### — Но за свою трудовую биографию вы ведь занимались не только тоннелестроением?

— С 2001 по 2006 гг. я работал в Министерстве инфраструктуры и транспорта в



Шоссе А14, тоннель Саппанико, Италия

качестве технического советника министра и ответственного за анализ крупной итальянской инфраструктурной программы, которая затрагивала тоннели метро в Риме, Неаполе, Милане, автомагистрали, а также защитные мероприятия в городе Венеции. В общей сложности это было более 120 проектов, которые фактически изменили Италию.

Моя деятельность в Министерстве инфраструктуры и транспорта продолжилась в качестве технического эксперта в Постоянной комиссии дорожных тоннелей в соответствии с законодательным Декретом № 264/2006, в министерской комиссии железнодорожных тоннелей в соответствии с Постановлением от 28.10.2005 и в Постоянном техническом комитете по безопасности систем транспорта на стационарных объектах. Эти роли позволили мне использовать мои технические навыки ради более эффективного управления инфраструктурой страны.

#### — Что, по вашему мнению, сейчас особенно важно для новых проектов?

— Как часто подчеркивается экспертами отрасли, в новых проектах все заметнее отсутствие практического опыта строительства и стратегического видения, а также скоординированного и междисциплинарного взаимодействия технической, административной, экономической и финансовой частей. Зачастую проектные решения при этом переносятся из других контекстов, без полного понимания оригинальной концепции. Широко распространено также мнение о том, что у проектировщиков экономическая целесообразность превалирует над разработкой критериев качества.

Это часто ослабляет жизнеспособность проектов, но, будучи отобраны на основе тендеров, они все-таки оставляют предпринимателям возможность выбрать варианты, способствующие не только понижению стоимости, но и исправлению недостатков на стадии реализации.

Если же проект будет напрямую реализован подрядчиком, упомянутые недостатки приведут к неэффективности организации работ, к задержкам в их выполнении и спорам, а в итоге — к значительному ущербу.

#### — Кто должен нести ответственность за ухудшение качества проектирования?

— Если органы власти сами не проектируют, то, по крайней мере, им следует тщательно проверять то, что строится с привлечением третьих лиц. Большую роль должен играть Совет общественных работ, высший консультативный орган государства, который мог бы поднять технический уровень проектирования, привлекая экспертов, имеющих не только академический, но и практический опыт. Эти специалисты могли бы играть не только административную, но и гораздо более существенную роль в управлении крупными проектами.

Что касается ведущих общественных объединений отрасли, то они должны получить дополнительные полномочия, чтобы более позитивно влиять на решение актуальных проблем планирования и реализации проектов.

Предприниматели, со своей стороны, должны вкладывать в строительство больше средств, но в текущей ситуации, которая давно уже не была такой плохой, они склонны следовать логике экономической конъюнктуры, а не качественного развития. Однако в своих «Ситуациях» Сартр говорил: «Пусть нам



Шоссе SS 640 в Порто-Эмпедокле, тоннель Кальтанисетта, Италия

не удастся достичь того, что мы хотим, но мы все равно ответственны за то, что мы есть».

**— Ваш опыт обширен...**

— Действительно, за те долгие годы, которые я занимаюсь своим делом, мне довелось пройти все ступени профессиональной лестницы, необходимой для того, чтобы достичь своего нынешнего положения, — начиная с нуля. Я постепенно продвигался вверх по технической и управленческой структуре, в моей карьере был ряд важных этапов и успешных работ по всей Европе.

**— Кстати, при огромных объемах тоннелестроения, у вас в жизни получается интересоваться чем-нибудь еще?**

— В свободное время мне нравится «выходить из тоннеля», я обожаю парусный спорт и гольф, занимаюсь ими в течение многих лет. Данное увлечение позволяет мне видеть такие пространства и панорамы, которые могут предложить только эти виды спорта.

**— В продолжение деловой темы: что вы думаете об интернационализации?**

— Для каждого предприятия, любого размера и любой отрасли, интернационализация представляет собой тот аспект, которого не избежать, но который, с другой

стороны, может предложить большие возможности для поддержания и повышения уровня конкурентоспособности и интеграции в различные рынки.

Включение в международную деятельность — это новые горизонты для развития. Современный мир характеризуется тем, что на мировом рынке пространство сужается, временные границы исчезают, связывая все стороны более глубокими, более интенсивными связями, чем когда-либо раньше. Доступ к новым идеям и к новому опыту через контакт с новыми реалиями, новые способы производства, новые идеи успеха — все это может быть реализовано, использовано и применено не только на внутренних рынках, но и на внешних.

То, что я начинаю сейчас делать с моими русскими друзьями, — это работа, требующая много усилий и технических знаний; я надеюсь, что это лишь начало пути, который дает мне уже сейчас много стимулов и возможностей.

**— Отношения с Россией при реализации инфраструктурных проектов предоставляют сегодня возможность для экономического прогресса и в самой Италии?**

— Для того чтобы оживить компании, стремящиеся расширить свой бизнес и

укрепить свои позиции на внешних рынках, FSI (Итальянский стратегический фонд) в сотрудничестве с РФПИ (Российский фонд прямых инвестиций) решил осуществить инвестиции в размере миллиарда евро, чтобы стимулировать возможности взаимодействия между компаниями и операторами двух стран. Италия может похвастаться большим опытом в современном строительстве, в том числе инфраструктуры, — следовательно, мы имеем потенциал для передачи нашего опыта в другие страны.

**— Помимо Prometeoengineering.it, вы являетесь президентом фонда Fastigi. Можно подробнее?**

— Фонд родился в 2002 году, сначала в форме консорциума для содействия развитию профессионального образования, науки и новых технологий в транспортной инфраструктуре, особенно в отношении подземных объектов. За четырнадцать лет Fastigi реализовал значительные мероприятия, в основном в области эксплуатационной безопасности автотранспортных тоннелей, железных дорог и метрополитена. После первых восьми лет консорциум сформировал фонд Fastigi, некоммерческую организацию, ставящую своей целью повышение профессиональной культуры, улучшение подготовки кадров, проведение научных исследований.

Новый статус позволил расширить число участников — учредителей, членов и институциональных членов — для развития сотрудничества с другими организациями, государственными или частными, которые действуют в сферах, представляющих интерес для фонда, или разделяют его цели.

Fastigi в последние годы удалось своей деятельностью конкретным и эффективным образом скоординировать усилия по культурной и научно-исследовательской работе, а также по научно-техническому развитию главных факторов, способствующих повышению уровня безопасности тоннелей и инфраструктуры в целом, в том числе там, где осуществляется перевозка людей, товаров, передача энергии или информации. Серьезность уровня деятельности фонда, в частности, подтверждается участием в нем инженерного факультета Римского университета Ла Сапиенца, где впервые в Италии был проведен курс по безопасности и инженерной защите и обучение соответствующего персонала.

Fastigi активно присутствует во всех контекстах, где мы можем сделать конкретный вклад в повышение уровня безопасности тоннелей и инфраструктуры в целом, в том числе оказывая техническую и проектную



междисциплинарную поддержку. В данном направлении мы развиваем методологии проектирования путем использования количественного анализа рисков (недавно законодательно одобренного), техническая и научная обоснованность которого признается и в Италии, и за ее рубежом.

В сегодняшних европейских институциональных условиях крайне важно своевременно понять конкретные потребности отрасли, а затем реагировать наиболее эффективным образом на растущую необходимость обеспечения безопасности, как на европейском и национальном уровне, так и на уровне общего понимания.

Италия в европейской панораме транспортной инфраструктуры занимает более половины от общего актива тоннельной секции, как в железнодорожной отрасли, так и на автомагистралях. Поэтому для нашей страны крайне важно предпринимать все возможные полезные инициативы по повышению культуры эксплуатации и влиять на принятие решений.

Речь идет об очень важных решениях, затрагивающих основополагающие критерии Евростандартов в области безопасности тоннелей и, очевидно, влекущих за собой колоссальные инвестиции в модернизацию или строительство новой инфраструктуры. Таким образом, фонд ставит своей целью способствовать улучшению управления рисками, увеличивая рост задействованных специалистов, повышению критериев проектирования и внедрению передовых технологий, которые наилучшим образом отвечают уникальным потребностям отрасли.

В последние годы был организован ряд информационных и обучающих мероприятий, в том числе конференции «Великие строительства, доклад об осуществлении» (2012), «Опыт по обеспечению безопасности галерей» (2014) и, наконец, в 2015 году — «Основная инфраструктура и стратегическая функция альпийских тоннелей». Каждая из них позволила сравнить накопленный опыт и провести плодотворные дискуссии, которые, благодаря участию в них авторитетных экспертов отрасли, реально способствовали решению проблем.

— **Какова же, по-вашему, роль «великих строительства»?**

— Широкомасштабные стройки дают шанс для улучшения некоторых аспектов, которые обычно упускаются, — таких как ландшафт и архитектура местности. Поэтому я считаю, что «великие строительства» следует заодно рассматривать с точки зрения архитектурной ценности и как средство



Международная конференция «Основная инфраструктура и стратегическая функция альпийских тоннелей» — Фонд Fastigi, Рим, 28–29 октября 2015 года



То, что я начинаю сейчас делать с моими русскими друзьями — это работа, требующая много усилий и технических знаний; я надеюсь, что это лишь начало пути, который дает мне уже сейчас много стимулов и возможностей.

**Алессандро Фокараччи**

для выражения национальной фантазии, эстетического чувства.

В целом реализация крупных инфраструктурных проектов предоставляет возможности для реконструкции района, транспортной системы и системы безопасности, а не только повышает уровень комфорта, позволяя нам, например, доехать из Рима в Милан всего за три часа с высокой скоростью. То есть, безусловно, происходит общее улучшение транспортной ситуации и безопасности движения.

— **Какие характеристики определяют обеспечение безопасности тоннелей?**

— Каждый тоннель должен рассматриваться особо, так как обладает специфическими факторами опасности, среди которых назовем трафик движения, длину и характеристики трека, погодные условия и т. д. Нет единого рецепта, тоннели должны строиться в соответствии с индивиду-

альным планом безопасности, который и устанавливает параметры ее обеспечения. Основными факторами являются освещение, системы оповещения и связи для пользователей, размеры секций, доступ и пути эвакуации, вентиляция и противопожарная техника.

Также важное значение имеет управление тоннелем с точки зрения как контроля систем безопасности, так и организации технического обслуживания и действий в аварийных ситуациях со стороны оператора.

— **Что вы назвали бы главной проблемой для итальянских тоннелей?**

— Мы являемся второй страной в мире, после Японии, по количеству тоннелей, мы можем похвастаться уникальными ноу-хау, однако сокращение финансирования и инвестиций в данный конкретный исторический момент создает большие сложности. Худшей ошибкой при этом я бы назвал



Автоматгистраль АЗ «Салерно — Реджо-ди-Калабрия», тоннель Коста дель Монте, Италия

замедление работ по модернизации, хотя менеджеры и прилагают большие усилия, чтобы идти в ногу с последними технологиями.

**— Вы создали так называемый подвесной путь выхода (VES). Как это инженерное решение повлияет на проектирование итальянских тоннелей?**

— Автодорожные тоннели, как известно, являются закрытыми пространствами, где перемещаются в том числе опасные грузы, которые являются потенциальными источниками пожаров различной интенсивности — в зависимости от химических и физических характеристик этих грузов. Развитие и тяжесть последствий опасных событий, будь то пожары или разливы токсичных веществ, в свою очередь, зависят от архитектурных и геометрических характеристик инфраструктуры, вентиляционных систем, а также от наличия защищенных путей для быстрой

эвакуации. При возникновении пожара в тоннеле происходит значительное повышение температуры и концентрации токсичных веществ в воздушной среде — что чревато тяжелейшими последствиями для пользователей, как это имело место при катастрофах с десятками жертв в тоннелях Монблан (1999 год) и Готард (2001 год). Тогда главное внимание ошибочно уделяли вентилированию: чтобы справиться с пожарами, создавались гигантские системы поперечной и перекрестной вентиляции, дороги и ненужные.

Наличие такой системы, разработанной в соответствии с современными на тот момент рекомендациями, однако, не спасло от катастрофы в тоннеле Готард. Это заставило Европейскую комиссию признать и подчеркнуть, что решающее значение в чрезвычайных ситуациях имеют объекты инфраструктуры, способствующие самоспасению людей и общему процессу выхода

из тоннеля — например, защищенные пути эвакуации.

Европейская директива 2004/54/ЕС 2.3, в частности, определяет аварийные выходы как структурные элементы, которые «позволяют пользователям эвакуироваться из тоннеля пешком и достичь безопасного места». Моя идея состояла в том, чтобы создать структуру, которая не имела бы традиционных проблем с точки зрения огнестойкости, герметичности по отношению к дыму, термоизоляции, но в то же время была бы простой и недорогой в изготовлении.

Подвесной путь выхода (VES), новаторский по разработке и воплощению, основывается на подвешенной к своду тоннеля «дорожке», имеющей характеристики REI 120. Она представляет собой защищенный маршрут, обеспечивающий безопасный выход пользователей, если произошла крупная авария. При этом VES был создан таким образом, чтобы соответствовать требованиям и рекомендациям всех национальных и европейских норм в области обеспечения безопасности движения в тоннелях.

После нескольких лет исследований, научных испытаний и проектирования, в настоящее время несколько тоннелей оборудованы подвесным путем выхода. Целью данного инновационного решения является ответ на необходимость существенного улучшения ситуации в области безопасности, в соответствии с новыми национальными и европейскими правилами, с новым проектным подходом, основанным на количественной и вероятностной оценке риска.

На «дорожку», ширина которой достаточна для эвакуации людей, можно попасть по лестницам. Структура трапециевидной или прямоугольной формы, прикрепляемая к своду с помощью стальных стержней, крюков и пластин, выполняется из железобетона и защищается материалами, выдерживающими высокие температуры, стойкими к коррозии и разрушению.

Подвесной путь выхода, кроме многочисленных преимуществ с точки зрения безопасности, имеет и другие большие плюсы. Он сооружается с использованием сборных сегментов, которые монтируются на строительной площадке и устанавливаются в среднем по 50 м в день. Это, в сравнении с другими вариантами, позволяет увеличить скорость монтажа и снизить финансовые затраты.

Совокупность безопасности, передовых технологий и экологической инженерии открывает новые горизонты — дает жизнь проекту, формирующему новый курс в тоннелестроении, в соответствии с самыми строгими европейскими нормами. ■





*L'incontro è fissato per le ore 9.30 e ci rechiamo presso la sede della PROMETEOENGINEERING. IT, nei pressi di Viale Mazzini, nello splendido quartiere Prati, a due passi dalla Città del Vaticano e dal centro di Roma. Li veniamo accolti con gentilezza e cortesia; viene annunciato il nostro arrivo e dopo pochi secondi ci raggiunge l'Ing. Alessandro Focaracci.*

L'intervista è stata redatta in collaborazione con l'ufficio stampa della Prometeoengineering. it S. r.l.



## ALESSANDRO FOCARACCI: L'UOMO CHE AMA LE GALLERIE

### “Impegno, costanza e passione per la progettazione delle opere in sotterraneo”

**D.:** “Possiamo cominciare a parlare della Sua carriera e degli importanti incarichi istituzionali che ad oggi sta gestendo con la particolare vocazione per le infrastrutture del trasporto?”

R.: “La mia esperienza nel settore dei trasporti e delle infrastrutture è ormai trentennale, grazie alla progettazione di importanti opere con primarie società di costruzioni ed importanti stazioni appaltanti quali: Ferrovie dello Stato (per il tramite delle diverse società appartenenti al gruppo); l'ANAS S.p.A.; SALINI - IMPREGILO, Gruppo Autostrade per l'Italia; ASTALDI; e molti altri concessionari di opere pubbliche.

Dal 2005, dirigo la PROMETEOENGINEERING.IT, in qualità di direttore tecnico ed Amministratore Unico. Una società che esercita la propria attività nel campo dell'ingegneria e delle infrastrutture strategiche con un particolare focus sulle opere geotecniche ed in sotterraneo.

Il know-how specifico sviluppato in relazione al “tunnelling” ha permesso alla società, di distinguersi ed affermarsi velocemente nel mercato italiano ed internazionale come una delle aziende leader nella progettazione, consulenza e assistenza tecnica di gallerie stradali, ferroviarie, idrauliche e metropolitane. La vasta formazione, l'esperienza e l'elevata professionalità del personale tecnico operativo della Prometeoengineering.it permette di offrire un servizio completo e tempestivo, seguendo lo sviluppo dell'opera dalla concezione fino all'esercizio e ricoprendo la totalità degli aspetti relativi la progettazione, l'ideazione, la valutazione di fattibilità, le indagini, la progettazione preliminare, definitiva, esecutiva e costruttiva, la direzione lavori, l'assistenza tecnica, la progettazione della sicurezza e dell'impiantistica. Prometeoengineering.it S.r.l. ha lo scopo di soddisfare ciascuna richiesta formulata dai propri clienti con alti standard qualitativi e spesso

ha saputo ideare soluzioni tecnologiche e metodologie innovative per la soluzione dei più svariati problemi. La costante crescita in termini di risorse umane, materiali ed economiche è testimone della qualità dei servizi offerti è frutto dell'impegno, della costanza e della passione con cui lo staff della Prometeoengineering.it svolge il proprio lavoro.

**D.:** “Com'è nata questa sua passione per le gallerie?”

R.: “Le opere all'esterno sono tutte ben definite: se ne conoscono i carichi, la struttura e anche i materiali. Prendiamo ad esempio un ponte: niente avviene che non si possa prestabilire.

Veniamo invece alle gallerie. In questo caso il terreno cambia in continuazione, non sappiamo mai a cosa si va incontro. Possiamo trovare acqua, interferenze con la superficie: è l'esperienza che ci fa sapere in anticipo quello che potrà accadere. Tutto questo mi affascina, mi intriga e mi consente, con soddisfazione, di dedicare gran parte della mia vita alle gallerie”.

**D.:** “Alla luce di questa sua passione qual è il suo lavoro che, alla data, Le ha riservato maggiore soddisfazione?”

R.: “Certamente, non ho alcun dubbio, le gallerie della tratta ferroviaria ad Alta Velocità Bologna-Firenze sono il più bel lavoro che abbiamo fatto: sono circa 90 km che si pongono all'attenzione del mondo intero”.

**D.:** “Ma per un periodo della sua vita professionale non si è occupato solo di gallerie?”

R.: Dal 2001 al 2006 ho dedicato tutto il mio impegno professionale al Ministero delle Infrastrutture e Trasporti in qualità di Consigliere Tecnico del Ministro e come responsabile delle istruttorie di un grande programma di



SS 640 Porto Empedocle – Galleria Caltanissetta- Italia

infrastrutturazioni dell'Italia, che ha interessato le metropolitane di Roma, Napoli, Milano, tratte autostradali, forti gli interventi di salvaguardia di Venezia. Oltre 120 progetti che hanno cambiato l'Italia.

La mia presenza al Ministero delle Infrastrutture e Trasporti è proseguita in qualità di esperto tecnico della Commissione Permanente gallerie stradali ex D.Lgs n 264/2006, alla Commissione gallerie ferroviarie ex DM 28.10.2005 e al Comitato tecnico permanente per la sicurezza dei sistemi di trasporto a impianti fissi. Questo ruolo mi mette a disposizione alla pubblica amministrazione le mie capacità tecniche per una gestione migliore delle infrastrutture del Paese.

**D.: “Cosa, a suo avviso, ha maggiormente caratterizzato i nuovi progetti?”**

R.: “Come viene spesso sottolineato dagli esperti del settore, traspare maggiormente la mancanza di esperienza pratica di cantiere e di visione strategica del progetto, visione d'insieme coordinata e interdisciplinare tra la parte tecnica, amministrativa ed economico-finanziaria.

Vengono spesso ereditate soluzioni progettuali da contesti diversi, senza comprendere pienamente la concezione progettuale originaria.

È opinione diffusa che chi progetta abbia presente più criteri di economicità della progettazione che criteri di qualità ingegneristica.

Tale assunto si traduce spesso in progetti sempre meno realizzabili che, se posti alla base di gara, rende più agevole agli Appaltatori realizzare varianti progettuali, che da sempre costituiscono le uniche occasioni per recuperare non solo i ribassi d'asta, ma anche eventuali carenze organizzative in fase di realizzazione.

Se il progetto invece è realizzato

dall'Appaltatore (appalto integrato o a contraente generale) gli errori progettuali si traducono in diseconomie che comunque vanno a influire sulla gestione complessiva dei lavori, con ritardi nella realizzazione delle opere, contenziosi e danni sociali rilevanti.

**D.: “Chi ha maggiori responsabilità di questo scadimento progettuale?”**

R.: “È opinione condivisa che la responsabilità possa ripartirsi tra Amministrazioni, Istituzioni, Associazioni culturali e mondo imprenditoriale.

**D.: “Nello specifico può farci qualche esempio?”**

R.: “Gli addetti ai lavori ritengono che le Amministrazioni dovrebbero richiedere maggior qualità, non solo formale. I bravi Progettisti non possono lavorare “sotto la soglia”.

Spesso anche le istruttorie ai progetti sono affidate sotto la forma di “servizi di ingegneria” ma senza linee guida vincolanti per il Professionista. Se l'Amministrazione non progetta, almeno deve verificare con cognizione ciò che appalta. Un ruolo maggiore dovrebbe essere svolto dal consiglio superiore dei LL.PP., massimo organo consultivo dello Stato, che potrebbe elevare il livello tecnico con Esperti che hanno acquisito esperienza pratica sui lavori e non soltanto accademica. Potrebbero svolgere un ruolo non solo amministrativo, ma decisamente più efficace nella gestione delle grandi opere. Le grandi Associazioni culturali, per uscire dagli ambiti ristretti in cui operano, avrebbero bisogno di generare rinnovamento, negli Statuti e nel rinnovo delle cariche sociali, per poter incidere in maniera più concreta sui reali problemi progettuali e realizzativi evidenziati. Gli imprenditori dovrebbero investire

maggiormente nell'ingegneria ma, anche per la situazione attuale, forse mai così negativa nel passato, sono portati a proseguire logiche di economia e non di sviluppo qualitativo. Nel suo “Situazioni” Sarte diceva: “Non facciamo quello che vogliamo e tuttavia siamo responsabili di quel che siamo”.

**D.: “Ci chiediamo ma con tante gallerie riesce a dedicarsi anche ad altro?”**

R.: “Nel tempo libero mi piace uscire dal “tunnel”, adoro praticare la vela e giocare a golf, attività che pratico da molti anni e che mi permettono di relazionarmi con spazi e panorami unici che solo questi sport possono offrire.

**D.: “Il suo curriculum di esperienze è molto vasto. C'è qualcosa che ora non segue ma che nel tempo avrebbe voluto portare avanti? ha qualche rimpianto?”**

R.: “La mia esperienza lavorativa è ampia perchè sono molti anni che esercito questa professione e partendo dalla famosa “gavetta” ho fatto tutto il percorso professionale necessario per arrivare fino a qui; in tal modo si è verificata una crescita in ambito tecnico e gestionale che si è consolidata nel tempo ed ha prodotto numerosi traguardi ed importanti realizzazioni in tutta Europa.

**D.: “Cosa pensa dell'internazionalizzazione?”**

R.: “L'internazionalizzazione rappresenta per ogni Impresa di qualsiasi dimensione e settore, un aspetto a cui non è possibile sottrarsi e che può riservare grandi opportunità per mantenere e sviluppare livelli di competitività e di presenza sui diversi mercati.

Intraprendere un'attività internazionale permette infatti di cogliere importanti occasioni di sviluppo. Lo scenario in cui viviamo è infatti caratterizzato da una crescente indipendenza di tutti gli attori del mercato globale: lo spazio si restringe, il tempo si contrae e i confini scompaiono legando tutti i soggetti in maniera più profonda, più intensa, più immediata di quanto sia mai successo prima. Accesso a nuove idee e a nuove esperienze dovute al contatto con nuove realtà, nuovi modi di operare, nuove idee di successo che possono essere recepite, utilizzate e adottate sia su un mercato domestico che sugli altri mercati in cui si è presenti.

Quello che sto intraprendendo con i miei amici Russi è un lavoro che richiede molto impegno e competenze tecniche; mi auguro sia solo l'inizio di un percorso che da subito mi ha dato molti stimoli e opportunità di crescita.

**D.: “Le relazioni tra Italia e Russia per la realizzazione di opere infrastrutturali potrà essere una occasione per la ripresa anche dell'Italia?”**



R: “Al fine di rilanciare le imprese che cercano di espandere le loro attività e rafforzare la propria posizione sul mercato estero, FSI (Fondo Strategico Italiano) in cooperazione con RDIF (Fondo Russo per gli investimenti Diretti), hanno deciso di attuare un procedimento di investimento da un miliardo di euro per favorire le opportunità di incontro tra imprese e operatori dei due Paesi. L'Italia vanta di una grande tradizione nelle costruzioni e nella realizzazione di infrastrutture, pertanto ha tutte le potenzialità necessarie per portare la propria testimonianza altrove.

**D.:Sappiamo che lei oltre ad occuparsi di progettazione, riveste il ruolo di Presidente della Fondazione FASTIGI, come è nata questa iniziativa?**

R.: La Fondazione FASTIGI è nata nel 2002, in forma di Consorzio, per promuovere la formazione, l'addestramento, la scienza e le nuove tecnologie nelle infrastrutture di trasporto, con particolare riguardo alle gallerie ed opere in sotterraneo. In quattordici anni di vita Fastigi ha realizzato importanti attività, svolte soprattutto nel campo della sicurezza in esercizio di gallerie stradali, ferroviarie e metropolitane. Dopo i primi otto anni, il Consorzio ha costituito la Fondazione Fastigi per esaltare la vocazione culturale, formativa, di ricerca, senza scopo di lucro.

La nuova forma statutaria ha permesso di ampliare il numero di soggetti partecipanti alle attività del FASTIGI, Fondatori, Sostenitori e Partecipanti istituzionali, al fine di sviluppare sinergie e collaborazioni con altri organismi, pubblici o privati, che operino nei settori d'interesse del Fastigi o che ne condividano lo spirito e le finalità.

Di fatto FASTIGI in questi anni con la propria attività ha canalizzato e ha fatto convergere in modo concreto ed efficace gli sforzi di approfondimento culturale e di sviluppo scientifico-tecnologico dei principali soggetti protagonisti e responsabili del miglioramento della sicurezza nelle gallerie e nelle infrastrutture in genere, ivi incluse quelle di trasporto di persone, merci, energia ed informazione.

La particolare attenzione che la Fondazione FASTIGI rivolge al tema sicurezza è testimoniata anche dalle presenze al suo interno della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Roma “La Sapienza”, la quale ha varato, per la prima volta in Italia, un corso di laurea in Ingegneria della Sicurezza e Protezione, e con la quale sono stati svolti corsi di formazione delle varie figure che a vario titolo sono coinvolti nella sicurezza delle infrastrutture.

In questi anni FASTIGI è stato attivamente presente in tutte le sedi e contesti dove può essere dato un contributo concreto di miglioramento della sicurezza nelle gallerie e nelle infrastrutture in generale, anche con un supporto tecnico-



Simulazione incendio – Galleria Strada dei Marmi – Carrara, Italia

progettuale inter-disciplinare. Ha infatti promosso le più recenti metodologie di progettazione della sicurezza attraverso l'utilizzo dell'analisi di rischio quantitativa introdotta nelle normative approvate negli ultimi mesi e la cui validità tecnico-scientifica è riconosciuta in Italia e all'estero.

Nelle attuali condizioni istituzionali europee, è imperativo saper cogliere, in tempo utile, le esigenze specifiche del settore e quindi rispondere, nel modo più efficace, alla domanda di sicurezza che cresce in modo deciso e consapevole sia a livello istituzionale europeo e nazionale, sia come sensibilizzazione generale.

L'Italia nel panorama europeo comunitario delle infrastrutture di trasporto detiene più della metà del patrimonio complessivo dei tratti in galleria, sia nel campo ferroviario sia in quello stradale e autostradale.

E' quindi imperativo per il nostro Paese assumere tutte le iniziative utili ad accrescere il peso culturale e conseguentemente l'influenza decisionale. Si tratta di decisioni cruciali che riguardano i criteri ispiratori delle Normative europee nella sicurezza delle gallerie, da cui ovviamente dipendono colossali investimenti per l'adeguamento o per la realizzazione di nuove infrastrutture. Lo scopo della Fondazione è quindi di promuovere il miglioramento delle soluzioni per la gestione dei rischi alimentando la crescita delle professionalità coinvolte e valorizzando i criteri di progettazione e le tecnologie evolute che meglio rispondono alle esigenze peculiari del settore.

Negli ultimi anni sono state organizzate numerose attività di informazione e formazione, tra queste vogliamo menzionare in ordine cronologico, la Conferenza del 2012 (Grandi Opere, Report sullo stato di attuazione), quella del 2014 (Ritorno di esperienza sulla sicurezza in Galleria) ed infine l'ultima nel 2015 (Le Grandi

infrastrutture e la Funzione Strategica dei Trafori Alpini).

Ogni evento ha permesso un confronto e un dibattito proficuo e positivo nello sviluppo delle rispettive tematiche trattate, soprattutto grazie alla numerosa partecipazione di personaggi illustri ed esperti del settore.

**D :il ruolo delle grandi opere?**

R: Le grandi opere rivestono un'occasione di arricchimento di alcuni aspetti altrimenti trascurati come quello paesaggistico e architettonico del territorio. Credo dunque che, se le grandi opere venissero considerate anche come un pregio architettonico e mezzo d'espressione della grande fantasia tipica della nazione e del senso estetico, potremmo realizzare senza difficoltà opere migliorative del territorio. Inoltre, le grandi opere possono migliorare la sicurezza perché credo sia opinione diffusa che l'autostrada Salerno-Reggio Calabria oggi sia migliore di quella che stiamo via via distruggendo per lasciare spazio a quella nuova. Quindi possiamo dire che le grandi opere rappresentino anche un'occasione di riqualificazione del territorio, di sicurezza dei trasporti e non soltanto di comfort, che ci permettono di andare da Roma a Milano in tre ore con l'Alta Velocità. Non si tratta soltanto di questo ma di un miglioramento complessivo di tutta la fruibilità dei trasporti e della loro sicurezza

**D: Che caratteristiche devono avere le gallerie per definirsi sicure?**

R: Ogni galleria deve essere trattata in modo differente in quanto caratterizzata da specifici fattori di pericolo tra i quali citiamo il traffico, la lunghezza, le caratteristiche del tracciato, le condizioni meteo etc... Non esiste una ricetta univoca, le gallerie devono essere realizzate



VES – Galleria Strada dei Marmi – Carrara, Italia

secondo un progetto della sicurezza che ne definisca le caratteristiche necessarie a garantire la sicurezza degli utenti. I fattori che influenzano maggiormente la sicurezza sono l'illuminazione, le segnalazioni e le comunicazioni all'utenza, le dimensioni della sezione, l'accessibilità e le vie di fuga, la ventilazione e le dotazioni antincendio.

E' altresì di fondamentale importanza la gestione della galleria sia in termini di controllo dei sistemi di sicurezza sia in termini di organizzazione da parte del gestore per quanto riguarda la manutenzione e le operazioni di emergenza.

#### **D: Qual è il maggior difetto delle gallerie italiane?**

R: Siamo il secondo paese al mondo dopo il Giappone per numero di gallerie, vantiamo un know how senza pari, tuttavia i costi di adeguamento sia in termini di investimenti che di costi indiretti derivanti dai lavori non sono facilmente sostenibili in questo particolare momento storico. Il peggior difetto può essere costituito dallo stato di avanzamento dei lavori di adeguamento anche se i gestori stanno facendo un grosso sforzo per poter stare al passo con le tecnologie.

#### **D: Lei ha ideato la Via d'Esodo Sospesa (VES), come questa soluzione ingegneristica ha dato una svolta alle gallerie italiane?**

R: Le gallerie stradali sono ambienti confinati nei quali transitano veicoli adibiti al trasporto di persone, merci e merci pericolose, che costituiscono potenziali sorgenti di incendio di intensità variabile, fortemente condizionata dalle caratteristiche chimico fisiche dei carichi. L'accadimento e l'evoluzione di eventi pericolosi in una galleria stradale, siano essi incendi o sversamenti di sostanze tossiche e

nocive, dipendono e sono condizionate dalle caratteristiche architettoniche e geometriche dell'infrastruttura, quali la lunghezza, la sezione, i regimi di ventilazione, la disponibilità di percorsi protetti che favoriscano la rapida fuga degli utenti. Quando si verifica un incendio in galleria i fumi intrappolati all'interno della struttura determinano un aumento significativo della temperatura e delle concentrazioni di sostanze tossiche nell'ambiente con comprensibili nefaste conseguenze sulla sopravvivenza degli utenti come verificatosi nei disastri avvenuti nel Monte Bianco (1999) e nel Gottardo (2001), che hanno provocato decine di vittime. In passato si è erroneamente posta grande attenzione agli impianti di ventilazione per gestire l'emergenza incendio realizzando impianti faraonici per la ventilazione trasversale e semitrasversale delle gallerie, costosi quanto inutili. L'incendio verificatosi nel Tunnel del Gottardo il 25 ottobre 2001 che ha causato 10 vittime, nonostante la presenza di un sistema di ventilazione trasversale progettato seguendo le raccomandazioni della pratica corrente, ha indotto la Commissione Europea a sottolineare come risulti determinante, in condizioni di emergenza, dotare una galleria di misure di sicurezza che favoriscano l'auto-salvamento degli utenti ed in generale il processo di esodo, come le vie di fuga protette. La Direttiva Europea 2004/54/CE 2.3, nello specifico, identifica le uscite di emergenza come elementi strutturali che "consentono agli utenti della galleria di abbandonare quest'ultima a piedi e raggiungere un luogo sicuro". La mia idea è stata quella di realizzare una struttura che non avesse le problematiche delle strutture tradizionali in termini di resistenza al fuoco, ermeticità rispetto ai fumi, isolamento termico ma che al contempo rispondesse all'esigenza di una facile realizzazione, con costi contenuti. La Via

d'Esodo Sospesa (VES), dal carattere fortemente innovativo nella concezione e nella realizzazione, consiste in un camminamento sospeso alla calotta della galleria avente caratteristiche REI 120, ovvero un percorso protetto in grado di assicurare la fuga in sicurezza degli utenti da una galleria nel quale si è verificato un incidente rilevante. La Via d'Esodo Sospesa, inoltre, è stata progettata e realizzata in modo da risultare conforme alle prescrizioni ed alle raccomandazioni di tutte le normative nazionali ed europee vigenti nel campo della sicurezza delle gallerie stradali. Dopo anni di studi, test scientifici e progettazione, ormai diverse gallerie con la via d'esodo sospesa sono state completate. L'obiettivo di questa soluzione innovativa è rispondere all'esigenza di un sostanziale miglioramento della sicurezza avvertita dalle nuove normative, nazionali ed europee, tramite una nuova impostazione progettuale basata sulla valutazione quantitativa e probabilistica del rischio.

La via d'esodo è costituita da un camminamento sufficientemente ampio per consentire un agevole esodo degli utenti che possono accedere alla struttura tramite scale collocate in corrispondenza delle piazzole di sosta. La struttura, di forma trapezoidale o rettangolare e fissata alla calotta tramite barre e piastre, può essere in calcestruzzo o acciaio ed è protetta con materiale progettato per resistere ad alte temperature.

La galleria attrezzata con via d'esodo sospesa, oltre ai numerosi benefici in termini di sicurezza, presenta anche notevoli vantaggi nella produzione. La struttura è costruita utilizzando conci prefabbricati che permettono di ottenere una maggiore velocità di montaggio unita a una riduzione dei costi.

La realizzazione della via d'esodo sospesa avviene tramite conci prefabbricati in calcestruzzo che vengono ancorati alla calotta della galleria tramite ganci e tiranti di acciaio. I conci sono poi rivestiti con materiale protettivo in modo da non subire fenomeni dannosi come spalling e consentire un ottimale isolamento termico. Il processo di industrializzazione prevede la realizzazione di conci prefabbricati che sono costruiti in cantiere e, una volta raggiunta la quantità necessaria, messi in opera, con una media di 50 m di conci montati al giorno. Una sinergia di sicurezza, tecnologia avanguardistica e tutela ambientale che apre nuove frontiere ingegneristiche per dar vita a un progetto destinato a inaugurare un nuovo corso nella realizzazione delle gallerie, in conformità con le più rigide normative europee.

Salutiamo dopo aver ringraziato. In conclusione, pensiamo, abbiamo dato uno sguardo al futuro. In fondo Focaracci, come ha scritto qualcuno in Italia, ha reinventato il passato per vedere la bellezza del futuro. ■



Алессандро ФОКАРАЧЧИ,  
«Прометеоинжиниринг ИТ»,  
Рим, Италия

# ТОННЕЛЕСТРОЕНИЕ: КУРС НА ИНДУСТРИАЛИЗАЦИЮ

The closing part of the article published in magazine "Podzemnye horizonty", No. 8. This part is dedicated to tunnels building by shielding.



Основные характеристики тоннелепроходческого комплекса НР ЕРВМ (щит с грунтопригрузом)

Диаметр щита	15,03 м
Скорость вращения ротора	0–1,9 об./мин
Максимальный вращающий момент	73,300 кНм
Количество двигателей	21
Количество домкратов	51
Максимальное усилие подачи	235,665 кН
Особое усилие подачи	269,330 кН
Мощность двигателя	348 кВт
Полная мощность	7656 кВт
Количество резцов	516
Максимальное рабочее давление	5,5 бар
Упор	5
Вес упора	>850 т
Скорость выдвигания	33 мм/мин
Производительность	15 м/день
Время разработки	57 мин
Время сборки кольца	40 мин
Итоговое время	97 мин
Итоговая скорость установки постоянной обделки	7 колец/день

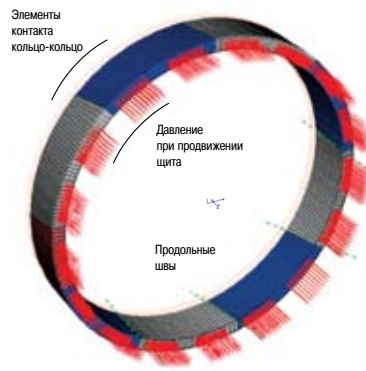
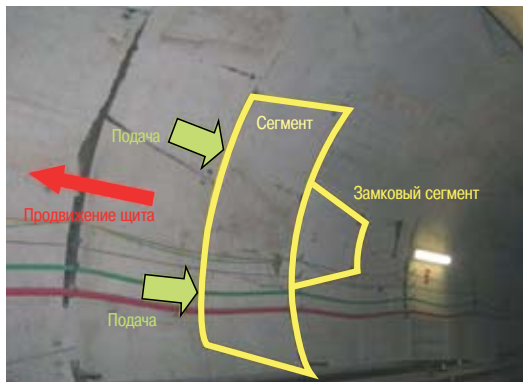
## 2 . ПРОХОДКА ТОННЕЛЕЙ ЩИТОВЫМ СПОСОБОМ

Индустриализация процесса строительства тоннелей горным способом с предварительным закреплением зоны лба забоя является естественной при механизированном способе проходки с помощью тоннелепроходческих комплексов, когда постоянная обделка собирается из готовых железобетонных сегментов. Если механизированный способ применим для геометрических параметров тоннеля (длина), а также приемлем в данных геологических условиях (однородность пересекаемого грунта), то производительность при механизированной проходке намного выше, чем при использовании других способов.

При этом следует иметь в виду, что в ходе строительства на сегментах обделки часто образуются трещины, вызванные как геомеханическими факторами, так и способом перемещения и монтажа сборных элементов, в частности, усилиями подачи домкратов для продвижения буровой машины и дефектами монтажа, то есть неровностями опорной поверхности между сегментами.

В этой главе мы представим результаты исследования, проведенного с целью выявления причин и

Окончание.  
Начало в №8



**Модель расчета по методу конечных элементов для моделирования усилия подачи**

способов образования трещин и направленного на минимизацию этого явления.

## 2.1. Проектирование сегментов обделки

В процессе анализа процесса сооружения тоннеля с помощью тоннелепроходческого комплекса, с учетом рабочих параметров щита, выяснилось, что образованию трещин в сборных железобетонных сегментах можно эффективно противостоять путем оптимизации распределения армирующих элементов внутри самих сегментов. В этом смысле оказывается бесценным опыт последних 30 лет строительства тоннелей в Италии. Самый последний из объектов оказался одним из самых сложных по геомеханическим характеристикам пересекаемого массива, так, из-за его изменчивости вдоль трассы тоннеля было предложено выполнить проходку с помощью комплекса НР ЕРВМ (щит с грунтопригрузом), разработанного для обеспечения оптимальной эффективности при высоких нагрузках и при работе в сложных геологических условиях. Диаметр щита составлял 15,08 м, длина — 115 м, вес — 4000 т (см. таблицу).

В частности, режущий орган был снабжен специальными острыми инструментами (рыхлители / скребки) для проходки в глинистых грунтах. Рабочий орган щита имеет значительную открытую часть (43%), что позволяло разрабатывать большие объемы грунта при поддержании давления на лоб забоя и оптимизации крутящего момента.

В целом, для того чтобы правильно определить размеры сегментов, следовало проанализировать геостатические и гидростатические нагрузки, а также нагрузки, возникающие на этапе сборки. Это можно сделать на основе 3D-моделирования сборных сегментов с учетом возможных дефектов монтажа. Метод конечных элементов (МКЭ) позволяет исследовать напряженно-деформированное состояние при различных условиях нагрузки, которым сегменты подвергаются в процессе их использования. В свою очередь, они являются производными как от временных ситуаций, таких как транспортировка, монтаж, усилия подачи домкрата, так и от постоянных воздействий, таких, как давление грунта в условиях эксплуатации или нагрузка, возникающая во время пожара.

Выясняется, что одной из главных причин образования трещин в сборных сегментах при механизированной проходке являются дефекты монтажа. Например, это происходит, когда опирание на предыдущее кольцо (особенно в зоне замкового сегмента) прошло

неправильно и остался выступ (замковый элемент оказался несколько выше, чем остальные сегменты кольца), либо имеет место понижение (когда замковый элемент слишком глубоко проникает в кольцо). Кроме того, в связи с тем, что трасса тоннеля не всегда прямая, приходится корректировать направление щита, для этого нужно изменить усилия подачи отдельных домкратов, разделенных на группы, в результате чего возникает несимметричное давление на кольца.

Особенно значительные нагрузки возникают от домкратов, обеспечивающих продвижение тоннелепроходческого комплекса. В этой ситуации сегменты подвергаются интенсивным нагрузкам, и опирание происходит в условиях, которые нельзя точно описать вследствие неизбежных неровностей поверхности укладки предыдущего кольца. Поэтому проведенный анализ был направлен на выявление возможных решений для противодействия высоким нагрузкам, возникающим из-за дефектов монтажа и недостаточного выравнивания уже уложенных сегментов и тех, которые еще нужно уложить. Такой подход позволил определить, в каких точках концентрируются наибольшие напряжения. В частности, модель 3D нужно использовать для моделирования как условий идеального контакта между сегментами, так и для моделирования несовершенного выравнивания замкового сегмента. В модели представлена геометрия кривой сегмента и условия возникновения препятствия, находящегося в зоне монтажного дефекта, смоделированного в виде податливой опоры (снижение модуля упругости конечных элементов), чтобы таким образом представить несовершенное соединение сегментов кольца между собой. Давление домкратов смоделировано в виде нагрузки, распределенной по кромке сегмента.

Результаты анализа, проведенного для случая оптимального отталкивания, показывают, что напряжения, действующие по оси тоннеля, направлены на сжатие, в то время как напряжения, действующие в ортогональном направлении, появляются в зонах растяжения, сосредоточенных в той стороне, к которой прикладывается нагрузка от усилия подачи. При отсутствии дефектов сборки значения напряжения при сжатии находится в пределах, определенных для конкретного класса бетона, а значение напряжения при растяжении всегда ниже тех, которые предусмотрены нормативами и могут быть легко восприняты арматурой.

В случае наличия дефектов монтажа, значения напряжений на сжатие и растяжение при соединении с предыдущим кольцом возрастают из-за отсутствия равномерного опирания, так как часть кромок пытается взять на себя избыточное давление. Эти всплески напряжения, возникающие на границе зоны, где отсутствует опора (место, противоположное зоне действия усилия подачи), способствуют образованию и распространению трещин.

На этапах обработки и монтажа сегментов может оказаться, что арматура, диффузно расположенная внутри сборных сегментов, не способна оптимальным образом противостоять возникающему напряженному состоянию; по этой причине необходимо определить, каким должно быть оптимальное рас-



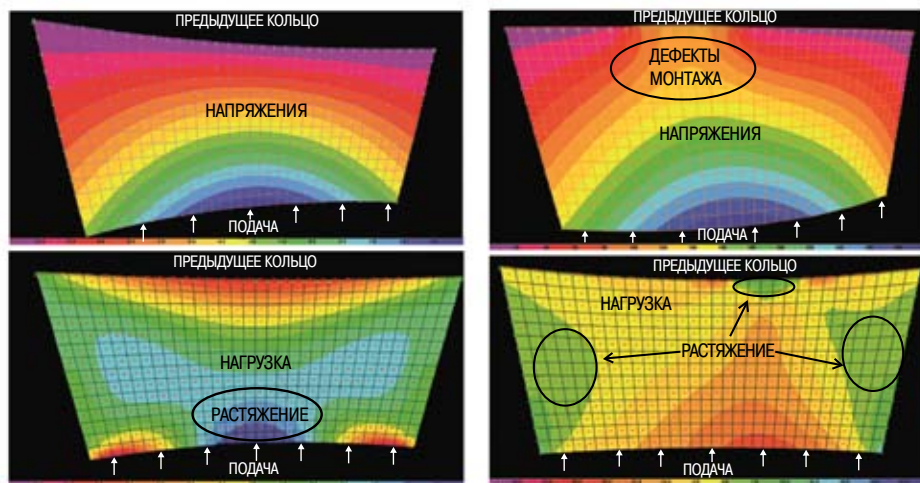
положение арматуры, способной воспринять и распределить нагрузку.

Выводы, сформулированные по результатам моделирования, говорят о том, что для решения проблемы образования трещин на краях бетонных сегментов нужно выполнить следующие условия:

- уделить большее внимание монтажу кольца, убедившись, что лицевая его часть, к которой прикладывается усилие, почти идеально ровная, без выступов и зазоров;
- усилить края сегментов на стороне, противоположной усилию подачи, путем размещения противоположно направленной арматуры непосредственно в зоне максимального усилия домкратов;
- предусмотреть установку спиральной арматуры в местах карманов для соединителей;
- предусмотреть установку сварной сетки горячего цинкования с неструктурной функцией для большей защиты краев сборных сегментов;
- повысить класс бетона для улучшения механических характеристик всего сборного сегмента.

## 2.2. Выводы

Результаты проведенного анализа приводят к выводу, что одной из главных причин появления трещин в сборных сегментах обделки тоннелей, пройденных щитом, являются дефекты монтажа, то есть, когда опора на предыдущее кольцо осуществлена непра-



Нагрузки и напряжения внутри сборных сегментов: при условиях оптимального давления (слева), при наличии дефектов монтажа и/или сверхнормативного отталкивания (справа)

вильно. В этих случаях возникают пики напряжения, в основном в зоне, расположенной между двумя группами домкратов и на границах места отсутствия опоры.

Для того чтобы избежать концентрации напряжений, в особенности направленных на растяжения, приводящих к образованию и распространению трещин, целесообразно повысить прочностные характеристики сегментов, увеличив армирование по кромке, примыкающей к предыдущему кольцу, и по краю, на который воздействует усилие подачи домкратов. ■

Министерство транспорта и дорожного хозяйства Республики Татарстан,  
ОАО "Казанская ярмарка"

# 16-я специализированная выставка

# ДОТРАНСЭКСПО

28-30 сентября  
Казань, 2016

Выставочный центр "Казанская ярмарка"  
Россия, 420059, г. Казань, Оренбургский тракт, 8  
тел./факс (843) 570-51-27, 570-51-11  
d1@expokazan.ru, www.dortransexpo.ru

12+

A. Focaracci  
Prometeoengineering.  
it srl., Rome, Italy

# TECNICHE DI COSTRUZIONE DI GALLERIE



Quadro fessurativo nei conci prefabbricati in gallerie scavate con TBM

## 2. Scavo meccanizzato

L'industrializzazione del processo costruttivo di una galleria, raggiunta con i metodi di scavo tradizionale mediante la gestione del preconsolidamento del fronte, è caratteristica intrinseca del metodo di scavo meccanizzato mediante TBM in cui la realizzazione del rivestimento della galleria avviene mediante conci prefabbricati in c.a.. In tal caso, qualora lo scavo con TBM è applicabile per caratteristiche geometriche della galleria (specie lunghezza) e per le caratteristiche dei terreni (specie in termini di omogeneità) lo scavo meccanizzato consente produzioni di gran lunga superiori a quello tradizionale.

Per la buona riuscita di una galleria realizzata con TBM è necessario tenere presente che durante le diverse condizioni di avanzamento ed esercizio i conci sono spesso soggetti a fenomeni di fessurazione che possono essere causati sia da fattori geomeccanici che dai metodi utilizzati per l'installazione e la messa in opera degli elementi prefabbricati, ed in particolare dalla spinta dei martinetti per l'avanzamento della TBM e da difetti di montaggio, ossia di irregolarità presenti in corrispondenza del piano di appoggio tra i conci.

Nel presente capitolo si illustrerà uno studio eseguito sul comportamento strutturale dei conci finalizzato all'individuazione delle cause e modalità di fessurazione dei conci ed alla minimizzazione del fenomeno.

### 2.1. Progetto dei conci del rivestimento

Analizzando il caso di una galleria da realizzare mediante TBM, ed utilizzando i parametri operativi della macchina che sarebbero stati utilizzati nello scavo, il fenomeno fessurativo nei conci prefabbricati è stato efficacemente contrastato mediante l'ottimizzazione della disposizione delle armature all'interno dei conci stessi. L'esperienza condotta negli ultimi 30 anni in Italia in numerose gallerie, la più recente delle quali è anche una delle più impegnative in conseguenza delle caratteristiche meccaniche dell'ammasso da attraversare, particolarmente diversificate lungo lo sviluppo della galleria, ha suggerito di eseguire lo scavo mediante una fresa H.P. EPBM (High Performance Earth Pressure Balance Machine) progettata per avere una resa ed una efficienza ottimali ad alte pressioni ed in contesti geologici complessi, ben strumentata e in grado di registrare grandi insiemi di dati operativi, di 15.08m di diametro, lunga 115 metri, con

La fine nel prossimo  
numero



uno scudo di 12,80 metri e dal peso di 4000 tonnellate.

In particolare, la testa fresante è stata progettata con speciali attrezzi taglienti (rippers/scrapers) per lo scavo in argilla. La testa ha un notevole grado di apertura (43%) per permettere lo scavo di una grande quantità di terreno mantenendo la pressione al fronte ed ottimizzando la coppia di rotazione.

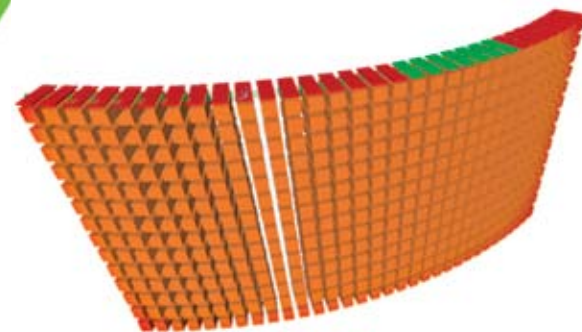
Di seguito si riportano le principali caratteristiche della macchina:

SHIELD DIAMETER	15,03 M
ROTATING HEAD	0-1,9 RPM
MAXIMUM TORQUE	73.300 KNM
MOTORS	21
JACKS	51
MAXIMUM THRUST	235.665 KN
EXCEPTIONAL THRUST	269.330 KN
ENGINES POWER	348 KW
TOTAL POWER	7656 KW
NUMBER OF CUTTERS	516
MAX WORKING PRESSURE	5,5 BAR
BACKUP	5 TRACKS
BACKUP WEIGHT	>850 TON
FINAL LINING SPEED	7 RINGS/DAY
TBM ADVANCE SPEED	35 mm/min
TBM ADVANCE SPEED	15 m /DAY
EXCAVATION TIME	57 min
RING ASSEMBLY	40 min
TOTAL TIME	97 min
FINAL LINING SPEED	7 RINGS/DAY
TBM ADVANCE SPEED	35 mm/min
TBM ADVANCE SPEED	15 m /DAY
EXCAVATION TIME	57 min

In linea generale, per il corretto dimensionamento dei concetti durante tutte le fasi di realizzazione, montaggio ed esercizio, si analizza la condizione di spinta geostatica ed idrostatica, nonché la condizione di spinta della macchina TBM in fase di assemblaggio, mediante una modellazione 3D dei concetti prefabbricati tenendo conto anche dei possibili difetti di montaggio. L'analisi FEM (Metodo agli Elementi Finiti) permette di studiare lo stato tensionale e deformativo nelle diverse



Modello 3D agli elemento finiti (FEM)



condizioni di carico a cui i concetti sono soggetti durante la loro vita nominale, che derivano sia da situazioni transitorie, quali le fasi di trasporto, il processo di posa e la spinta dei martinetti, sia da azioni permanenti, quali la pressione del terreno in condizioni di esercizio o il carico d'incendio generatosi a seguito di un evento incidentale.

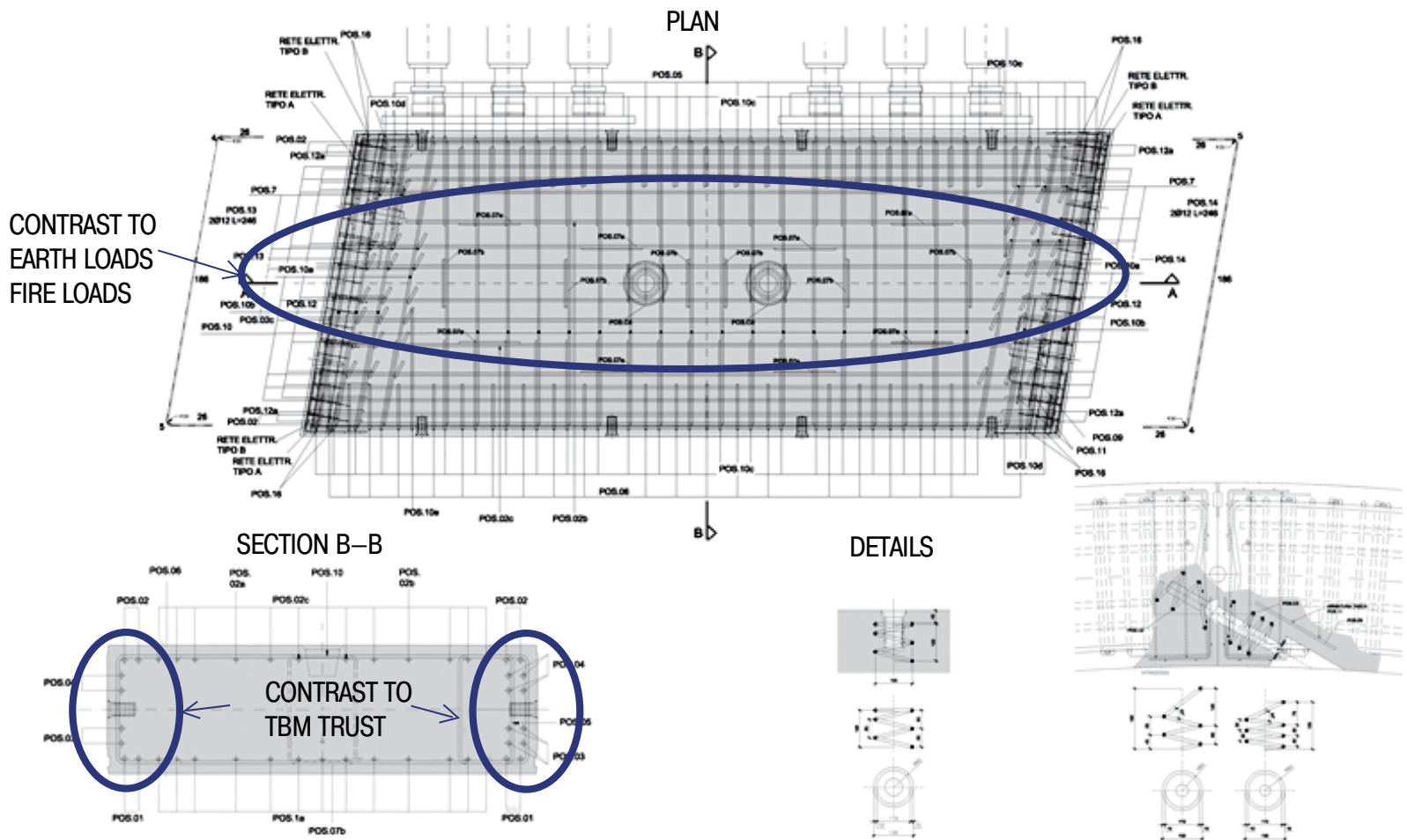
Risulta evidente che una delle principali ragioni per cui si manifestano gli stati fessurativi nei concetti di gallerie scavati con TBM deriva dalla presenza di difetti di montaggio. Per esempio, questo accade quando l'appoggio sull'anello precedente (soprattutto in corrispondenza del concetto di chiave) non avviene correttamente, lasciando un risalto (il concetto di chiave rimane leggermente più alto del resto dei concetti dell'anello), o una depressione (più probabile, quando il concetto di chiave penetra troppo profondamente nell'anello). Inoltre, a causa dell'andamento planimetrico della galleria e degli aggiustamenti di direzione che lo scudo deve fare per mantenere l'asse del tracciato, è frequente la necessità di correzioni direzionali, che vengono ottenute facendo variare i valori di pressione idraulica all'interno dei martinetti di spinta suddivisi in diversi gruppi, provocando una pressione non simmetrica sugli anelli.

Una delle condizioni di carico particolarmente gravose è rappresentata dalla spinta dei martinetti per l'avanzamento della TBM. In questa situazione, i concetti sono sottoposti a carichi di notevole intensità ed appoggiano in condizioni non ben definite a causa delle inevitabili irregolarità nel piano di posa sull'anello precedente. L'analisi condotta è stata pertanto finalizzata ad identificare le

possibili soluzioni per contrastare gli elevati sforzi che si possono generare, in fase di spinta della macchina, a causa dei difetti di montaggio ed il non perfetto allineamento dei concetti posati e quelli da posizionare e per individuare in quali punti si concentrano le tensioni massime. In particolare, il modello 3D viene messo a punto per simulare sia le condizioni del perfetto contatto tra i concetti che il caso dell'allineamento imperfetto del concetto di chiave. Il modello rappresenta la geometria curva del concetto e le condizioni di vincolo che, in corrispondenza del difetto di montaggio, è stato modellato come un appoggio cedevole (riducendo il modulo elastico degli elementi finiti) per simulare il non perfetto accoppiamento tra i concetti di un anello e quelli del successivo. La spinta dei martinetti è stata invece applicata come carico distribuito sul bordo del concetto.

I risultati dell'analisi eseguita per il caso di condizioni di spinta ottimale mostrano come le tensioni, in direzione dell'asse della galleria, siano tutte di compressione, mentre nella direzione ortogonale nascono delle zone di trazione concentrate nel lato su cui è applicata la spinta. In assenza di difetti di montaggio, i valori di tensione di compressioni rientrano entro i limiti dati dalla classe di calcestruzzo impiegata e le trazioni, sempre inferiori da quelle previste dalla normativa, possono essere agevolmente incassate dall'armatura.

Nel caso di presenza di difetti di montaggio e/o di spinte fuori norma, i valori delle tensioni, di compressione e trazione in corrispondenza del lembo a contrasto con l'anello precedente, si elevano per adattare il regime tensionale alla mancanza di una parte dell'appoggio e per incassare gli eccessi di spinta. I picchi



di tensione che si generano ai bordi della zona dove l'appoggio viene a mancare (zona opposta a quella di spinta) possono determinare l'insorgere e il propagarsi di fessurazioni.

Durante le fasi di lavorazione e di montaggio, è possibile che le armature tradizionali, disposte in maniera diffusa all'interno del concio prefabbricato, non contrastano in maniera ottimale lo stato tensionale che viene a generarsi; per tale motivo è necessario valutare quale sia la migliore distribuzione delle armature che consente di ripartire lo stato degli sforzi.

Le considerazioni fatte, a seguito dei risultati delle analisi, portano a concludere che, per risolvere le problematiche di fessurazione riscontrate in corrispondenza dei bordi dei conci prefabbricati, è necessario ricorrere alle seguenti soluzioni:

- porre maggior cura nel montaggio degli anelli, prestando attenzione che la faccia dell'anello su cui sarà applicata la spinta sia il più possibile esente da gradini e risalti;
- rinforzare il bordo dei conci sul lato opposto a quello della spinta, posizionando un'armatura di contrasto diretto alla spinta massima dei martinetti;
- posizionare un'armatura di frettaggio in corrispondenza delle tasche per i connettori;

**Armatura specifica di contrasto alla spinta dei martinetti (sezione in asse del concio)**

- introduzione di una rete elettrosaldata zincata a caldo con funzioni non strutturali a maggior protezione degli spigoli dei conci prefabbricati;
- aumentare la classe di resistenza del calcestruzzo per migliorare le prestazioni meccaniche dell'intero concio prefabbricato.

## 2.2. Conclusioni

Dalle analisi effettuate risulta quindi evidente che una delle principali ragioni per cui spesso si manifestano dei fenomeni fessurativi nei conci prefabbricati di gallerie scavate con TBM, è la presenza di difetti di montaggio, ossia quando l'appoggio sull'anello precedente non si verifica correttamente. In questi casi si generano dei picchi di tensione, prevalentemente nella zona tra i due gruppi di martinetti e ai bordi della zona dove l'appoggio viene a mancare.

Per evitare la formazione di concentrazioni di tensioni, soprattutto di trazione, che possono generare l'insorgere e il propagarsi di fessurazioni, è opportuno migliorare le caratteristiche di resistenza del concio, incrementando l'armatura nel lembo a contrasto con l'anello precedente ed in quello dove agisce direttamente la pressione dei martinetti. ■



**БОЛОНЬЯ, ИТАЛИЯ**  
**19-21 ОКТЯБРЯ**  
**2016 ГОДА**

МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ПЛОЩАДКА ДЛЯ ВСТРЕЧИ  
ПРОФЕССИОНАЛОВ  
В ОБЛАСТИ  
ТОННЕЛЕСТРОЕНИЯ  
ИЗ 32 СТРАН

 **Bologna  
Fiere**

 **SAIE** building  
& construction

 **Conference  
Service srl**  
+39 051 4298311  
info@expotunnel.it

EXPO 

ЭКСПОТОННЭЛЬ, III ВЫСТАВКА  
ТЕХНОЛОГИЙ ПОДЗЕМНОГО  
СТРОИТЕЛЬСТВА

[WWW.EXPOTUNNEL.IT](http://WWW.EXPOTUNNEL.IT)



Алессандро Фокараччи,  
инженер,  
генеральный директор  
Prometeoengineering.it Srl,  
Рим, Италия



Евротоннель (Франция – Великобритания), 2008 г.

*Разработка новых методов оценки рисков при эксплуатации подземных сооружений выявила необходимость пересмотра концепции по повышению безопасности тоннелей, которая усилилась после серьезных аварий, произошедших в Европе 1990–2000-х годах. Все это заставляет действовать на упреждение и принимать соответствующие меры.*

*В статье рассказывается об опыте последних 10 лет, полученном при эксплуатации автомобильных и железных дорог, метрополитенов по всей Европе и объясняется метод проектирования безопасности. Кроме того, статья описывает научные основы анализа рисков на основе методологии EURAM и ее ключевые положения.*

# БЕЗОПАСНОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

## 1. Введение

На сегодняшний день аварии и события с катастрофическими последствиями зачастую происходят вследствие увеличения объема пассажирских и грузовых перевозок. Последствия чрезвычайных ситуаций могут быть очень тяжелыми не только из-за гибели людей, но и по части прямых и косвенных расходов, связанных с восстановлением инфраструктуры и временным прекращением движения. После аварий конца 1990-х — начала 2000 гг. (Монблан, Франция — Италия 1999 г. — 39 погибших, Тауэрн, Австрия, 1999 г. — 12 погибших, Сен Готард, Швейцария, 2001 г. — 11 погибших), принятая концепция обеспечения безопасности предполагает заранее принимать надлежащие меры, установленные в результате предварительного анализа рисков. Международное сообщество требует подойти к решению проблемы безопасности с точки зрения предупреждения аварий и защиты пользователей.

Европейский метод анализа рисков (EURAM) состоит в разработке проекта по обеспечению безопасности инфраструктуры. EURAM позволяет нормировать риски и получить объективную оценку для разработки приемлемого уровня безопасности. Принятие такого подхода для конкретного объекта дает возможность тратить меньше средств в случае чрезвычайной ситуации.

Проект безопасности инфраструктуры должен быть разработан и реализован со ссылкой на опытные модели, которые способствуют оптимизации финансовых вложений и позволяют отказываться от них в зависимости от реальных потребностей.

После громких аварий европейское сообщество выпустило ряд положений по безопасности для дорожных и железнодорожных инфраструктур. Эти документы базируются на правилах эксплуатации, которые определяют основные действия и критерии проверки, соответствующее техническое обслуживание и операции по мониторингу. Управление чрезвычайными



ситуациями предполагает совместную деятельность операторов и сотрудников спасательных служб. Этот нормативный подход, уже широко распространенный в Европе, дает хорошие результаты. За 10 лет количество аварий с серьезными последствиями уменьшилось, а средства затрачиваемые на поддержание безопасности, несопоставимы с теми, которые бы пришлось тратить в случае чрезвычайных ситуаций.

Например, при аварии в тоннеле Монблан для ликвидации последствий пришлось выделить 600 млн евро, в то время как инвестиции для повышения уровня безопасности тоннеля и закупки необходимого оборудования составляли 4–6 млн евро за километр.

Европейский метод анализа рисков (EURAM) состоит в оценке возможных причин катастрофических событий, таких как пожары, сходы поездов с рельс и столкновения, последствия которых усугубляет замкнутое пространство тоннеля. На основании анализа ситуации с наихудшим сценарием развития событий и концепции приемлемого риска метод помогает выбрать технические решения по обеспечению безопасности подземных сооружений.

С помощью кривых риска, графиков летальность — вероятность можно оценить безопасность инфраструктуры, а критерий ALARP позволяет оптимизировать необходимые мероприятия исходя из их стоимости. То есть максимально возможное снижение риска достигается за счет реально имеющихся ограниченных ресурсов, принимаются только те меры, которые считаются разумными и доступными с практической точки зрения.

Методика помогает выработать план по содержанию и мониторингу объекта, а также управлять чрезвычайными ситуациями, определять задействованные объекты и время для спасения в случае аварии.

## 2. Критерии проектирования безопасности тоннелей

Европейский метод анализа рисков стал новым фундаментальным проектом. Большинство европейских стран законодательно закрепили его принципы безопасности в своих нормативных документах.

Таким образом, созданы основополагающие принципы для начала большой программы по реализации безопасности автомобильных, железнодорожных и городских тоннелей. Эти меры в очередной раз позволили Италии — а в ней находятся 60% европейских тоннелей — встать в авангарде тоннелестроения.

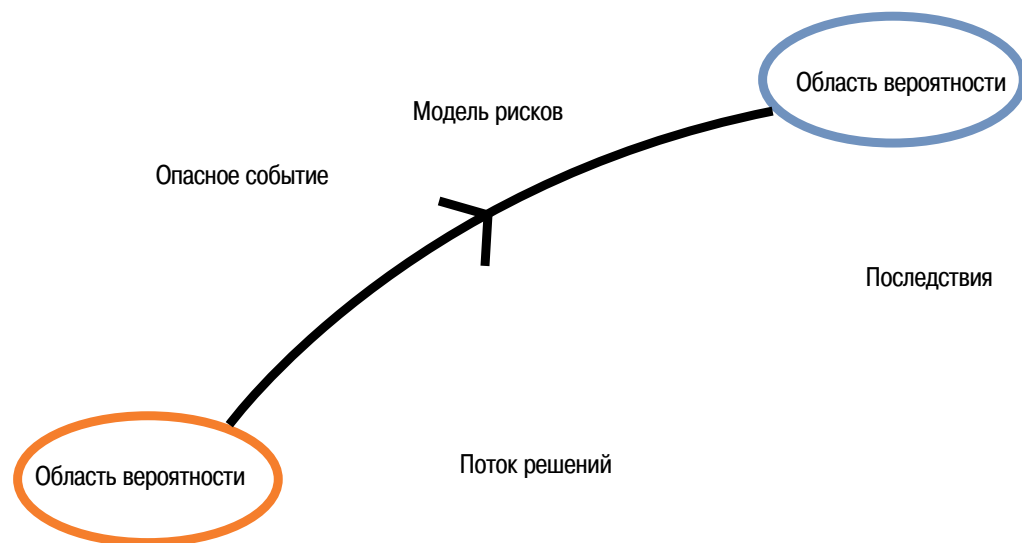


Рис. 1. Риск как функция вероятностных групп

Необходимость использования количественной оценки для нормирования рисков и принятие системного подхода проистекает из того факта, что восприятие опасности является субъективным, так как оно связано со степенью осведомленности, которую субъект получает, взаимодействуя с конкретной системой (оборудование, установка, структура и т.д.).

Таким образом, не представляется возможным прибегать к простому перечню оборудования для обеспечения безопасности инфраструктуры, если вероятность возникновения опасной ситуации и допустимые нормы рисков не были определены заранее.

Такой метод предлагает избежать трагических событий, которые, затрагивая эмоциональную сферу, побуждают к несоизмеримым мерам по повышению безопасности и дополнительным финансовым затратам в размерах, способных нанести урон потенциалу страны, отбирая ресурсы, которые могли бы быть направлены на другие первоочередные работы. Напротив, правильный и последовательный подход к истинным требованиям данной инфраструктуры позволяет оптимизировать инвестиции и делает достижение безопасности более реалистичным. Еще одним преимуществом является принятие целенаправленных мер для конкретных подземных сооружений, что позволяет избежать реализации стандартных решений. Например, Директива 2004/54/СЕ Европейского парламента и Совета по минимальным требованиям безопасности для тоннелей трансъевропейской сети автомобильных дорог определяет целевые объекты, систему параметров, фиксирует список требований по внедрению

обязательных технологий и методику анализа рисков, как инструмента для определения стандартов безопасности тоннеля.

Важно определить риск как реалистичное событие, вытекающее из потенциальной опасности.

Безопасность определяется комплексом условных мероприятий, направленных на регламентацию поведения населения, принятие необходимых структурных и технических решений, систем, процедур контроля и управления риском. Риск и безопасность связаны следующей формулой:

$$\text{Риск} = \text{Опасность} \times \text{Безопасность} - 1$$

Приведенная формула наглядно показывает, что нулевого риска невозможно достичь. Риск не является физическим параметром, поэтому не поддается количественной оценке; тем не менее, его можно оценить с помощью теории групп. Согласно ей, риск — сочетание вероятности и последствий наступления неблагоприятных событий. Группы последствий определяет потенциальный ущерб, который может быть связан с системой возможных опасных событий.

Процедура оформления стратегии безопасности дорожных и железнодорожных тоннелей соответствует фазам, показанным на рис. 1.

### 2.1. База данных тоннеля

Проект обеспечения безопасности не может упускать из виду составление базы данных (рис. 2), которая включает:

- геометрические характеристики сооружения (длина, форма поперечного сечения тоннеля, количество, ширина и

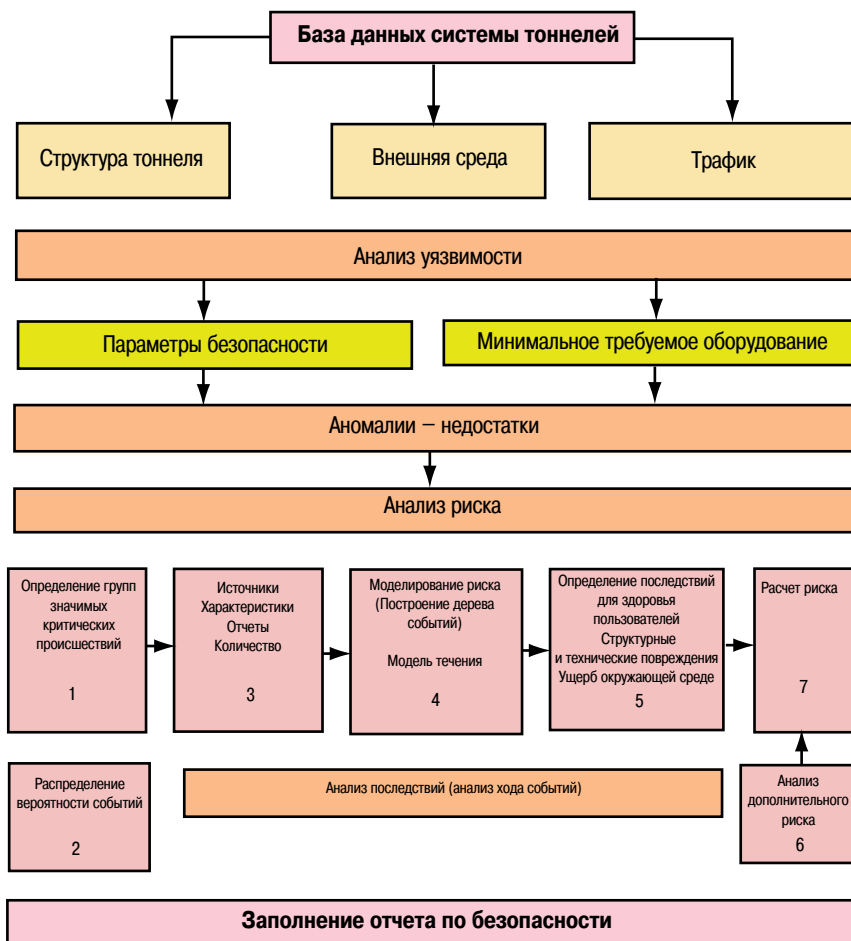


Рис. 2. Схема проектирования безопасности тоннелей

направление полос движения, наличие пешеходной дорожки, и т.д.); план трассы, типологию объекта и год постройки. На стадии проектирования эти параметры представляют собой первоначальные данные, которые подлежат изменению после проверки безопасности работ;

- экологические характеристики окружающей среды касаются погоды (климатических условий), главным образом, на въезде-выезде тоннеля, его доступности и возможности локализации спасательных команд;

- характеристики трафика с точки зрения объема и типа, режима движения (высоко-скоростные повороты) и ожидаемого уровня обслуживания.

## 2.2. Анализ уязвимости

После формирования базы данных следует разработка начальной фазы, заключающаяся в оценке уязвимости системы, выявлении потенциальных опасностей и возможных сценариев аварий.

Анализ уязвимости позволяет идентифицировать возможные параметры несоот-

ветствий безопасности, а также сводит к юридически установленному минимуму недостатки; он определяет процедуру анализа риска для применения в следующей фазе, чтобы впоследствии приступить к выбору наиболее подходящих технических решений.

## 2.3. Индивидуализация и разработка требований к безопасности

Из анализа уязвимости проектировщик может понять, какие инструменты должны быть выбраны в качестве профилактических, защитных или смягчающих мер, уточняется геометрия объекта.

В этом контексте директивы европейских правил рекомендуют свести к минимуму вмешательство в инфраструктуру — традиционно дорогие и с высокими эксплуатационными расходами. Рекомендуется применять технические системы и новые технологии, например, системы пожаротушения, способные выявить и затушить пламя в самом начале пожара.

Анализ рисков должен определить альтернативные решения, гарантирующие стандарты безопасности в случае, если

данные требования невыполнимы или возможны только при несоизмеримых затратах. Таким образом, проектирование безопасности для автомагистралей, железных дорог, тоннелей и метрополитенов влечет за собой выявление структурных решений, определение необходимого оборудования и управленческих методов — в том числе нетрадиционных с последующей проверкой выбранных решений с помощью количественного анализа рисков.

## 2.4. EURAM (Европейский метод анализа рисков)

Итальянский закон определяет новый метод анализа рисков следующим образом:

- цель анализа рисков — избежание дорожно-транспортных происшествий и их дальнейших последствий, однако данный метод касается только возгораний и столкновений, повлекших пожар, и выбросов токсичных веществ;

- осуществление количественного анализа риска проводится с помощью дерева событий и четко определенных показателей риска, оно основано на вычислении частоты событий, их последствий и комбинаций;

- выбор расчета последствий событий, например, пожара, принимает во внимание математические модели утечки опасных веществ (температура, токсичные и вредные газы), эвакуацию и выживание пользователей. С помощью этих моделей можно получить статистически значимые результаты, учитывая неопределенности, связанные со случайностями;

- принятие таких показателей риска, как кривые F-N (комплементарные и кумулятивные) и ожидаемая величина ущерба;

- утверждение критерия на основе социального риска, принципа ALARP через кривые F-N с обозначением предела допустимого риска, которого следует придерживаться в соответствии с законом.

Предельные значения были получены путем построения дополнительных кумулятивных кривых, в соответствии с национальными стандартами и требованиями обеспечения минимальных параметров безопасности.

Сравнение этих параметров с установленными другими государствами наконец-то позволило нам проверить согласованность полученных результатов.

Расчет рисков базируется на:

- определении частоты возникновения опасных событий;

- характеристике очагов пожара и их распределения с точки зрения вероятности возникновения;



- характеристике факторов, влияющих на процесс эвакуации людей;
- указании методов расчета потока опасности;
- принятии байесовской вероятности, направленной на постоянное повышение надежности результата, учета неопределенности параметров, подверженных изменчивости;
- принятии статистических методов обработки данных по количеству несчастных случаев в целях получения функций распределения;
- принятии псевдо-непрерывных кривых, полученных из дерева событий, которые уменьшают неопределенность на этапе сравнения и определяют ожидаемое значения ущерба.

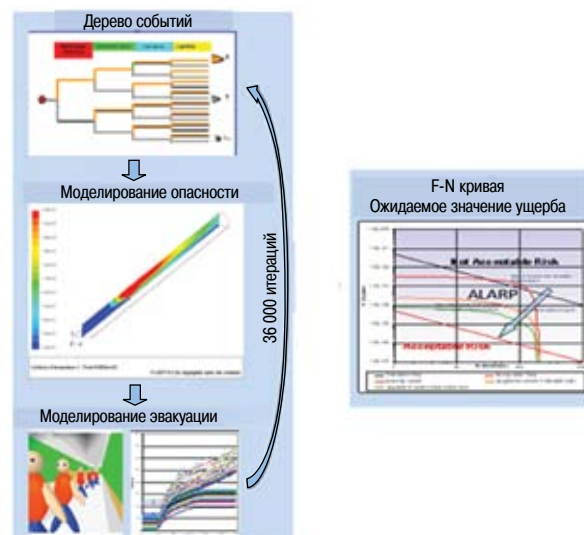
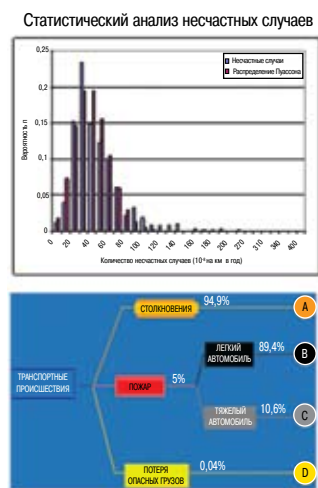


Рис. 3. Концептуальная схема EURAM (Европейский метод анализа рисков)

2.4.1. Принятый подход и основные черты EURAM

Европейский метод анализа риска, EURAM, основан на количественной методологии. EURAM разрабатывается на вероятностной основе; дополнительная кумулятивная кривая и ожидаемые значения социального и индивидуального рисков являются результатами, которые следует сравнивать с предельными значениями.

Достижение целей безопасности, как часть процесса проектирования, происходит на основе оценки вероятностей опасности с идентификацией и характеристикой чрезвычайных сценариев с точки зрения вероятности возникновения и ущерба.

EURAM можно упростить с помощью диаграммы, показанной на рис. 3. Для определения и анализа последовательности (вариантов) развития аварии используется дерево событий, которое включает сложные взаимодействия между техническими системами обеспечения безопасности. Вероятность каждого сценария развития аварийной ситуации рассчитывается путем умножения вероятности основного события на вероятность конечного события.

Дерево событий используется только в качестве метода представления, оно не дает численных значений.

Термо-гидродинамическое моделирование и моделирование эвакуации являются основой метода; они позволяют анализировать большое количество различных сценариев.

Рассмотренные сценарии объединены с помощью метода Монте-Карло, чтобы получить вероятность летальных случаев.

Проанализированные сценарии учитывают множество вариантов, которые могут повлечь летальный исход для пользователей объектами. Варианты объединяются в соот-

ветствии с типом объекта, интенсивностью движения, развитием событий, местом события, наличием систем безопасности, поведением пользователей.

Мы рассчитываем линейные, термо-гидродинамические модели и модели эвакуации, чтобы получить функцию распределения летальных исходов и связать ее с кривой частоты аварий.

Эффективная безопасность пользователя, связанная с возможными сценариями эвакуации и оценкой вероятности опасности, определяется приблизительно, а относительные риски для каждого тоннеля в течение определенного периода времени — количественно.

Этот метод анализа рисков позволяет продемонстрировать эффективность мер по предотвращению, защите и смягчению последствий аварии и управляет безопасностью, согласно указаниям Директивы Европейского парламента, кроме того, гарантирует, что риск, связанный с эксплуатацией конкретного тоннеля, представленный дополнительной кумулятивной кривой (показатель социального риска), находится ниже допустимого предела.

В соответствии с критериями ALARP, риски можно дополнительно уменьшить только несоизмеримыми затратами (следует оценивать отношение затраты — безопасность).

2.4.2. Величина риска

В соответствии с последствиями, степень риска может быть классифицирована (см. таблицу).

Переменной, принятой в качестве представительной при определении величины риска, является число жертв как послед-

Классификация рисков

Переменная	Оценка
Число потерпевших (N)	Индивидуальный риск
	Социальный риск
Финансовый ущерб (DE)	Прямые расходы
	Косвенные затраты

ствие аварии. Величиной риска, принятой действующим законодательством, является степень социального риска, которая, как это указывается в литературе, допускает графическое представление или описывается формулой. Социальный риск обычно оценивается частотой совершенных событий, свыше F в год и числом жертв N, связанных с каждым отдельным событием.

Каждая комбинация F-N может быть представлена точкой на графике, тем самым создается гистограмма, известная как F-N-кривые. Область между кривыми разумного и допустимого рисков определяет область применения принципа ALARP; такой принцип, взятый в качестве руководящего критерия для анализа соотношения «затраты — безопасность», устанавливает, что уменьшение уровня риска в конкретном тоннеле должно быть совместимо с базовыми внутренними, техническими и финансовыми ограничениями проекта.

Сфера компенсирующих мер является областью применения принципа ALARP в соответствии с методологией анализа риска, принятого законом. Уровень риска, присущий среднему тоннелю, определяется дополнительной кумулятивной кривой.

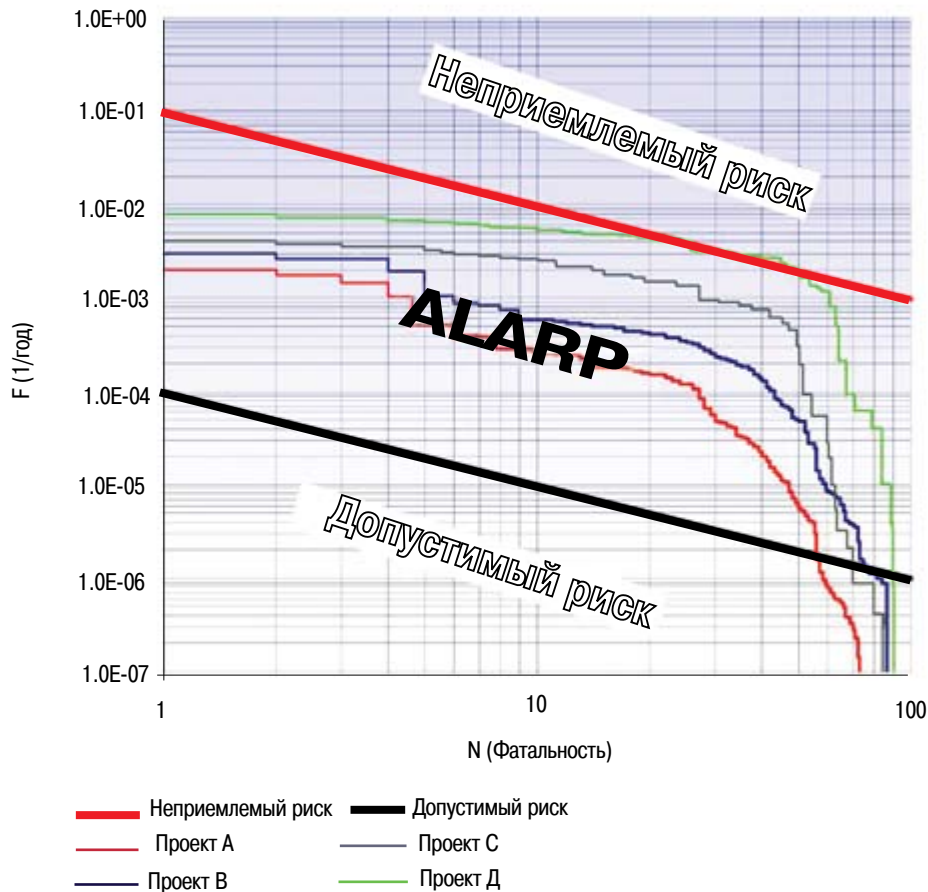


Рис. 4. F-N-схема дорожной безопасности туннеля

Дополнительная кумулятивная кривая, включающая всю имеющуюся информацию относительно частоты встречаемости группы аварий и, соответственно, вероятности последствия, позволяет представить риск как распределение потенциальных убытков, подчеркивая эффект неопределенности, связанный с неисправностью принятых систем безопасности.

Площадь, ограниченная этой кривой, определяет соответствующий глобальный показатель риска, необходимый для обозначения условий сравнения различных проектных решений; она дает представление о соответствующих критериях сравнения, которые принимают во внимание неопределенности. Дополнительная кумулятивная кривая может быть связана с функцией распределения, она не может давать одномоментную ожидаемую величину ущерба.

График разумного риска совместим с тангенциальной составляющей дополнительной кумулятивной кривой, относящейся к реальным проектам, при условии соблюдения при проектировании всех минимальных требований по обеспечению безопасности и наличия надежных и эффективных систем безопасности.

### 2.3.3. Дорожные туннели

В случае дорожного туннеля, для кривых F-N (рис. 4) справедлива следующая формула:

$$1 - F_N(x) = P(N > x) = \int_x^{\infty} f_N(x) dx,$$

где  $F_N(x)$  — функция распределения вероятностей числа жертв в год,  $f_N(x)$  — функция плотности вероятности числа жертв в год.

Критерии социального риска, связанные с дорожным туннелем, выглядят следующим образом: риск аварии — событие, вызывающее 50 или больше смертей, — следует считать недопустимым, если его частота оценена выше, чем  $1/500$  в год ( $F = 2 \cdot 10^{-3}$  в год;  $N = 50$ ). Темная линия на рис. 7 определяет допустимый уровень риска. Красная линия, представляющая максимум допустимого риска, является границей приемлемого уровня риска. Она соответствует «фатальности 1» ( $N = 1$ ) сверх  $1/10000$  в год ( $F = 10^{-4}$  в год); Аналогичным образом, «фатальность 100» ( $N = 100$ ) соответствуют  $1/100000000$  в год ( $F = 10^{-6}$  в год).

### 2.3.4. Железнодорожные туннели

Количественный анализ риска должен вписываться в общую логику системы с учетом конкретного контекста организации

работы железной дороги и выражается в структурных или функциональных подсистемах. Анализ риска следует проводить после разложения системы на подсистемы. Несколько сценариев аварии, определенных как чрезвычайная ситуация в туннеле, возникли в результате критических начальных ситуаций, таких как:

- пожар;
- сход с рельс;
- столкновение.

Эти три сценария могут развиваться в чрезвычайную ситуацию, которая характеризуется различными уровнями повреждений: людей, материалов и инфраструктуры, в зависимости от правильной (неправильной) эксплуатации или исправности (неисправности) защитных средств. Следует рассматривать следующие подсистемы:

- инфраструктуры;
- подвижного состава;
- операционных процедур.

Приемлемость риска в первую очередь должна быть оценена только в части аварийно-спасательных работ для пассажиров. Результаты анализа дерева событий показывают распределение вероятности возникновения уровня ущерба, связанного с последствиями указанных сценариев аварии. На основании этих данных можно определить предполагаемый общий уровень риска ( $R$ ) для определенных работ и режима движения:

$$R = \sum_{i=1}^n p_i C_i$$

где:  $p_i$  — вероятность появления следствия;  $C_i$  — индикатор повреждения;  $n$  — число событий следствия.

Ожидаемый индивидуальный риск определяют как отношение количества пострадавших (погибших) людей к общему числу рискующих в заданном интервале времени (один год) на километр туннеля.

Также хорошо определен уровень совокупного риска, основанный на распределении вероятности совокупного уровня повреждений. Ожидаемый индивидуальный риск, вместе с совокупным риском, являются контрольными значениями приемлемости уровня безопасности пассажиров конкретного туннеля.

Согласно статистическим данным, принятый индивидуальный риск —  $10^{-4}$ — $10^{-5}$ , в то время как произвольные риски колеблются в диапазоне от  $10^{-6}$  до  $10^{-8}$ .

Для каждого пользователя, путешествующего в среднем 1000 км / год по железной дороге, значение индивидуального риска в туннеле устанавливается на уровне  $10^{-9}$ , смертельный исход / (пассажиры / км / год).



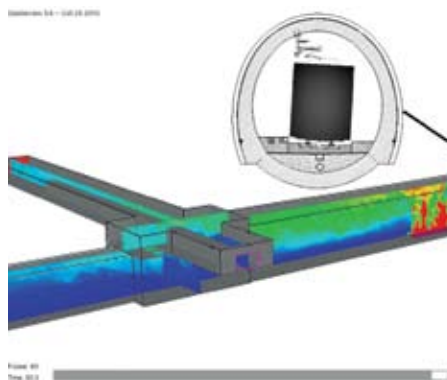


Рис. 5. 3D-моделирование температурных диапазонов

Исходя из этого, индивидуальный риск определяет ожидаемую величину годового риска на одного пассажира на километр; порог предупреждения установлен на уровне  $10^{-11}$  и неприемлемость порога — на  $10^{-9}$ . Если вычисленный риск находится в пределах необходимой области, то следует доказать не только точность используемых данных, но и точность процедуры; в случае сомнений необходимо продолжить оценку по типу ALARP.

Совокупный показатель риска позволяет оценить влияние развития опасных событий на вовлеченных пассажиров.

В качестве критерия приемлемости совокупного риска можно пользоваться анализом на основе вероятности того, что не более, чем заданное количество летальных случаев ( $N / \text{км} \cdot \text{год}$ ), имеют место в течение фиксированного периода времени (например, в год) на километр тоннеля. Для того чтобы определить порог приемлемости, вводится критерий ограничения на плоскости  $P$  ( $[N / \text{км год}] > x$ ) —  $N$ , и это позволяет проиллюстрировать вероятность того, что число летальных случаев превышает определенный порог.

### 2.3.5. Диапазон и ограничение применения

EURAM может применяться как для существующих, так и для новых тоннелей. Это позволяет выбрать правильное дополнительное оборудование, в котором нуждается тоннель, или альтернативные меры безопасности, которые будут приняты в случае, если не представляется возможным реализовать все минимальные требования, относящиеся к рассматриваемому тоннелю.

Не заявлено никаких специальных ограничений для применения EURAM. В частности, EURAM позволяет оценить социальный риск тоннеля, в котором разрешена перевозка опасных грузов.

В этом контексте следует отметить, что, как указано в законе, каждый подход, основанный на детерминированном анализе

сценариев, или какая-либо оценка риска на основе ограниченного числа критических событий не соответствуют итальянским правилам, которые требуют, чтобы социальный риск тоннеля определялся на вероятностном наборе сценариев эвакуации, полученных с помощью вероятностного анализа критических событий.

## 3. Аварийные планы в соответствии с недавно принятыми нормами

Проект безопасности определяет профилактические меры и системы защиты и устройства, необходимые для обеспечения безопасности пользователей и персонала спасательной службы, для автомобильных и железнодорожных тоннелей, включая документы по управлению безопасностью для процедур первого открытия тоннеля и для периодических задач. В частности, проект безопасности включает в себя:

- заданные процедуры управления для гарантии рабочего состояния тоннеля и его технического обслуживания;
- план аварийного управления в сотрудничестве со службами по оказанию первой помощи и в соответствии с требованиями пользователей и специализированного спасательного персонала;
- составление и обновление системы значимых событий, аварий и неисправностей и их анализ;
- план испытаний по безопасности и его осуществление;
- программу подготовки кадров.

Что касается безопасности проекта новых тоннелей, этот проект должен предшествовать всем другим геотехническим, структурным и техническим проектам, так как эта подготовительная стадия проектирования будет генерировать опорные планировки рабочих характеристик. Такие планы ранее часто состояли в заданных готовых решениях, основанных больше на практике, чем на

внимательном проекте, способном гарантировать подлинную безопасность работ и максимизацию финансовых ресурсов страны.

## 4. Выводы

Методика расчета безопасности заменяет концепцию сценария аварии и концепцию расчета параметров события (детерминированный анализ последствий) концепцией вероятностной группы сценария эвакуации, концепцией ожидаемого распределения ущерба (вероятностный подход), рассчитанных с помощью моделирования потока риска, и концепцией плана эвакуации в рамках данной структуры. Такая процедура принимает четкий, аналитический метод анализа риска EURAM, признанный целесообразным для определения уровня риска, присущего итальянским автомобильным и железнодорожным тоннелям. Кроме того, данный метод анализа представляет собой точку отсчета для новых норм в вопросах безопасности в тоннелях.

Благодаря введенному системному подходу можно определить скорость спасения пользователей в возможных сценариях эвакуации, следующей за событиями, считающимися критическими, и количественную оценку риска, связанного с конкретным тоннелем в течение установленного периода времени.

Такой метод позволяет решать проблемы безопасности в инженерных терминах с помощью логической последовательности анализов и оценок численного и количественного характера; позволяет избежать временных и финансовых затрат, вызванных эмоциональным шоком. Устранение последствий не будет накладывать на страну финансовое бремя, способное серьезно затруднить возможности инвестирования. В то же время разработка безопасности управления становится относительно простой задачей. ■

Eng. Alessandro Focaracci, CEO,  
Prometeoengineering.it Srl,  
Rome, Italy

# SAFETY IN UNDERGROUND INFRASTRUCTURE



Mont Blanc tunnel, France-Italy 1999

*The development of risk analysis in tunnel safety design has supplied an innovative answer to the methods required for a substantial improvement of tunnels safety, a need that was strongly felt by public opinion after the serious accidents occurred in Europe since the '90 (Mont Blanc tunnel, France-Italy 1999; Tauren tunnel Austria 1999; Saint Gotthard tunnel, Switzerland 2001). For these reasons, the recent trend on infrastructure safety is to operate in advance of the adoption of appropriate security measures resulting from risk analysis adequate. The infrastructure safety project must be designed, realized and managed with reference to proficient risk models that allow to optimize investments and phase them timewise depending on real demands.*

*In this context works the European Risk Analysis Method (EURAM), which consists in identifying risks as possible causes of catastrophic events such as fires, derailments and collisions whose consequences are amplified in a confined tunnel space. Based on those risks with worst consequences, the method allows to identify the proper*

*actions to undertake in terms of structure design solutions, mechanical and electrical equipment as well as use management in order to improve the accident prevention and guarantee the user protection. The risk analysis can quantify the infrastructure risk by means of the risk curves as drawn on the fatality/probability plot. Finally, comparing the risk curves associated to different design solutions and implementing the ALARP criterion, it is possible to optimize the required interventions in terms of cost and safety advantage. The Method ends reporting the maintenance and monitoring plans for all safety equipments chosen by the designer as well as the emergency management plan that identifies the involved subjects and the time and action for rescue in case of a relevant accident.*

*The article will illustrate the experience acquired within the last 10 years on road, railway and metro tunnel across Europe and, in particular, it will explain the safety design method; moreover the paper will illustrate the scientific bases of risk analysis developed through EURAM methodology and its key steps.*

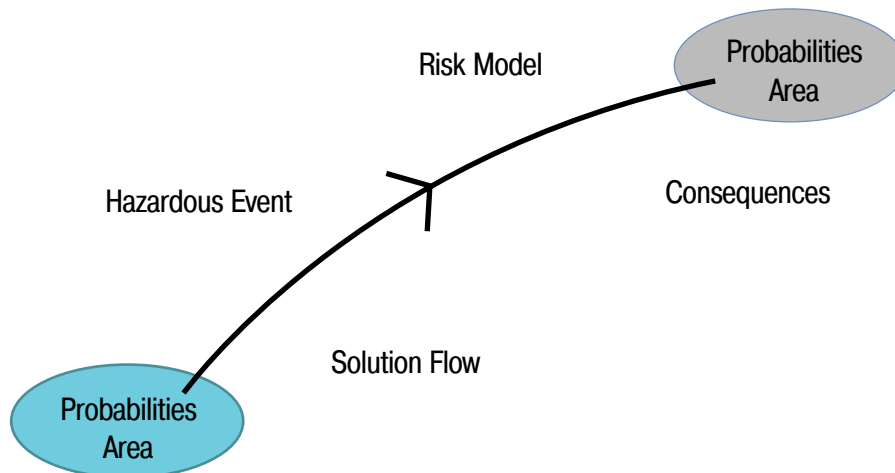


## 1. Introduction

Today, accident events with catastrophic consequences are mostly due the inadequate conditions of existing infrastructures for user safety, not only for their old age, but also for the increase of passenger and freight traffic. When accidents occur, the emotional impact and the costs are involved and they can be very heavy either for human death or direct and indirect costs, respectively related to rebuilding of infrastructure and interruptions of traffic. After bad accidents occurred in Europe since the '90 (Mont Blanc tunnel, France-Italy 1999 with 39 deaths, Tauren tunnel Austria 1999 with 12 deaths, Saint Gotthard tunnel, Switzerland 2001 with 11 deaths), the recent trend about safety of infrastructures is to operate in advance adopting adequate safety measures resulting from proper risk analyses. This leads the international Community to approach the safety problem in terms of user prevention and protection. The infrastructure safety project must be designed, realized and managed with reference to proficient risk models that allow to optimize investments and phase them timewise depending on real demands.

The European Risk Analysis Method (EURAM) consists in designing the safety project of the infrastructure through which it is today possible to associate the users' risk to the type, intensity and reliability of all implemented works aimed to limit risk levels within acceptable values. The EURAM allows to have an objective evaluation of the infrastructure dangerousness in order to operate with prevention up to an acceptable safety level. Consequently, the adoption of this approach for a specific infrastructure allows the social community to spend less money than the necessary amount to spend in case of a catastrophic event, particularly in terms of social cost for use stoppage of the infrastructure itself.

After the catastrophic accidents of the Mont Blanc tunnel, the Tauren Tunnel, the Saint Gotthard tunnel and the Channel tunnel, the European Community has issued a series of regulations about safety for road and railway infrastructures. These regulations are based on performance rules that define the main safety actions and the criteria for checking their sufficiency for risk evaluation, the related maintenance and monitoring operations as well as the emergency management plans that the infrastructure Operators shall apply in cooperation with the rescue staff. This regulatory approach, already well adopted in Europe, has been counting good results for 10 years with a visible reduction of accident consequences in change of lower



Risk as an application among/between probability groups

investments than those to sustain in case of catastrophic events. A good example is given by the Mont Blanc accident for which the involved Community had to spend 600 million euros, whereas investments for tunnel safety improvement and equipment amount to 4–6 million euros per kilometre.

The European Risk Analysis Method (EURAM) consists in identifying risks as possible causes of catastrophic events such as fires, derailments and collisions whose consequences are amplified in a confined tunnel space. Based on those risks with worst consequences, the method allows to identify the proper actions to undertake in terms of structure design solutions, mechanical and electrical equipment as well as use management in order to improve the accident prevention and guarantee the user protection.

Moreover, the method allows one to verify the sufficiency of the required operations through the risk analysis. The risk analysis can quantify the infrastructure risk by means of the risk curves as drawn on the fatality/probability plot. Finally, comparing the risk curves associated to different design solutions and implementing the ALARP criterion, it is possible to optimize the required interventions in terms of cost and safety advantage. The Method ends reporting the maintenance and monitoring plans for all safety equipments chosen by the designer as well as the emergency management plan that identifies the involved subjects and the time for rescue in case of a relevant accident.

## 2. Design criteria for tunnel safety

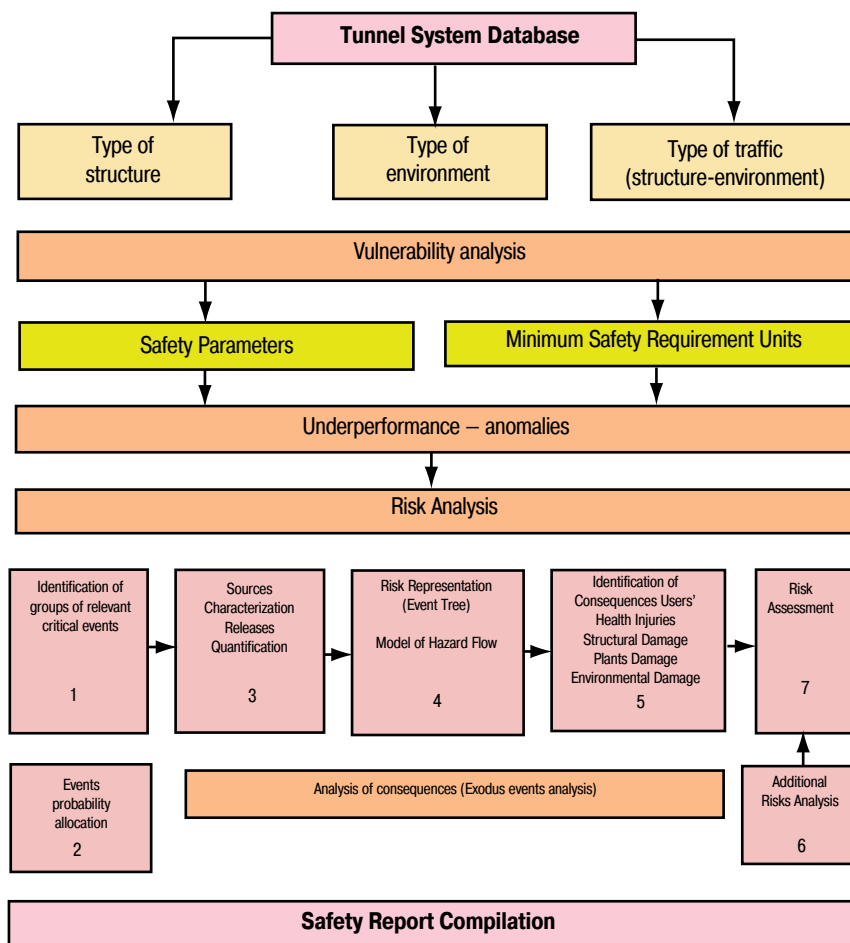
The development of risk analysis (EURAM) in tunnel safety design has supplied an innovative answer to the methods required for a substantial improvement of tunnel's safety.

The new laws, both at European and national levels, have replied to this recent demand and have made their own the new project groundwork enabling to quantify risks; therefore, were created the fundamental principles to start a large intervention program of safety implementation for road, railway and metropolitan tunnels. These measures have allowed Italy — by itself it has 60% of European tunnels — to become avant-garde Country in tunnelling, worldwide, once more.

The necessity to use quantifying assessment criteria and to adopt a systematic approach method, stems from the fact that hazard perception — in other words the psychic perception of danger — is subjective because it is related to the degree of familiarity that a subject has with the system employed (equipment, plant, structure, etc.).

Therefore, it is not possible to resort to a simplistic listing of provisions to implement for the infrastructure safety, unless the most likely hazards and admitted safety standards have been defined beforehand.

Such method offers the advantage to avoid that tragic events, involving the emotional sphere, induce to disproportionate safety interventions, with added financial costs of a scale hampering a country's investing potential and subtracting resources that could be devoted to top priority works. On the contrary, a correct and coherent approach to the genuine requirements of a given infrastructure allows to optimize investments, and this makes the achievement of large-scale safety objectives more realistic. A further advantage achieved when adopting targeted interventions to a specific tunnel system is that this avoids implementing earlier standard solutions, evenly applied to all cases, while concurrently promoting the research for innovative technological solutions. In particular, the 2004/54/CE Directive identifies



Flow diagram for tunnels safety design

the target safety objectives, a system of safety parameters to enforce, it fixes the sets of minimum safety requirements to satisfy and it defines the risk analysis as the instrument to employ for the assessment of a tunnel's safety standards. It is important to define risk as the realistic occurrence deriving from a potential hazard.

Safety means the complex of conditioning actions that population's behaviour, the structural solutions, the technological systems and control and management procedures apply to risk. The two concepts are interrelated according to the formula as follows:

$$\text{Risk} = \text{Hazard} \times (\text{Safety}) - 1$$

The above formula allows to comprehend that nil risk is impossible to attain. Risk is not a physical parameter, therefore it's not quantifiable; however, it is possible to mathematically define risk using the group theory. According to this theory, risk is defined as an application of the group of hazardous events and the consequences group. Both of these groups are probabilistic. The

consequences group defines the potential damage that can be related to a system of possibly hazardous events.

### 2.1. Acquisition of tunnel data

Similarly to all design project, safety design can't overlook the compilation of a database as follows:

- the works' geometric characteristics, with specific reference to length, cross section shape (number, lanes width and direction, height or overall dimension, footpath, etc.); the road and railway layout geometric characteristics and — for existing works — typology and year of construction. For projects at design stage these parameters represent the initial hypothesis, and are subject to modifications deriving from the safety check of the works;
- the environmental characteristics of the surrounding context concern the weather/ climate conditions, mainly at the tunnel entry-exit, the tunnel accessibility and the possibility of localizing rescue teams;
- the traffic characteristics in terms of volume and type of traffic, traffic regimen

(high-speed curves) and expected standard of service.

### 2.2. Vulnerability analysis

Upon completion of the database follows the elaboration initial phase consisting in assessing the tunnel system vulnerability, identifying the potential hazards related to the tunnel system and the possible hazardous scenarios.

The Vulnerability Analysis allows the identification of possible safety parameters inconsistencies as well as underperformance related to the minimum, legally-set requirements; it enables to identify the risk analysis procedure to apply in the subsequent phase and to achieve an outline of the type of risk of the tunnel system, to subsequently proceed with the individuation of the most appropriate design solutions.

### 2.3. Individuation and design of the safety requirements

From the vulnerability analysis, the safety designer can comprehend which safety instruments must be selected among the preventive, protective or mitigating measures (escape-facilitating), the geometric and structural measures and the plant measures.

Within this context, the European rules directives recommend to minimize the infrastructure interventions — traditionally expensive and with high running costs — to the benefit of plant systems and new technologies such as, for example, fire extinguishing systems able to contrast the onset of fire.

The safety design and the risk analysis must individuate alternative solutions that guarantee a safety standard equal or higher in case such requirements are impracticable or only possible at disproportionate cost. Therefore, safety design for both road, railway and metro tunnels, entails the identification of structural solutions, plants equipment, managerial provisions — including innovative ones enabling the achievement of safety targets — and the subsequent check of the solutions selected using a quantifying risk analysis.

### 2.4. The EURAM (European Risk Analysis Method)

The Italian law has defined a new risk analysis method; in particular, it has defined the following:

- the scope of risk analysis excludes road accidents without further consequences, but it is limited to fires, collisions with fire and release of toxic and harmful substances;



- the implementation of the quantitative risk analysis is based on the calculation of event frequencies of occurrence, their consequences and their combination, by means of the event tree technique and well-defined risk indicators;

- the choice to calculate the consequences of the events, such as fire, adopting mathematical models for the flow of hazardous agents (temperature, toxic and harmful gases), the escape and the users' survival. Through these models it is possible to obtain statistically significant results, considering the uncertainties related to causality and state of the art knowledge;

- the adoption of risk indicators, like FN curves (complementary cumulative) and the Expected Value of Damage;

- the adoption of a criterion for risk acceptance, based on the social risk and on the ALARP principle, through FN plane on which is defined the limit of acceptability and the limit of tolerance to respect according to the enforced law.

The law limits were obtained by calculating the complementary cumulative curves for a number of galleries of reference, characterized by the presence of the minimum safety and security parameters in accordance with national standards, making them in fact necessary and sufficient for tunnels not special.

The comparison of these limits with those provided by other similar human activities and those set by other states, has finally allowed us to verify the consistency of the obtained results.

The law provides the basis for the calculation of the risk itself:

- the definition of the occurrence rates of hazardous events;

- the characterization of the outbreaks of fire and their distribution in terms of the occurrence probability ;

- the characterization of those factors that influence the process of user's escape;

- the indication of the calculation methods of hazard flow ;

- the adoption of a Bayesian approach aiming to continuously improve the result reliability, taking into account the parameter uncertainties that are subject to variability, through the use of distribution functions;

- the adoption of statistical methods for treating accident data, to obtain function distributions;

- the adoption of pseudo-continuous curves, derived from event tree, which reduce the uncertainties, during the comparison phase, through tolerability and acceptability limit lines and the determination of the expected damage value.



Safety equipments



Emergency ventilation

#### 2.4.1. The approach adopted and main features of EURAM

The European method of risk analysis, EURAM, is based on a quantitative methodology. EURAM is developed on a probabilistic basis; a complementary cumulative curve and a social and individual risk expected value are the results that must to be compared with the limit values.

The achievement of safety targets, as part of the design process, takes place with the probabilistic study of the hazards and with the identification and characterization of emergency scenarios, in terms of occurrence probability and damage.

The evolution of critical events is followed along the branches of the event tree, which are conditioned by different safety systems characterized in probabilistic terms of reliability and efficiency.

The event tree is used only as a technique of representation and not as a simplified tool

to perform calculations of risk. Thermo-fluid dynamic simulations and escape simulations are the basis of this method; these models are made to analyze a large number of different scenarios.

The examined scenarios are combined randomly with the Monte Carlo method in order to have a number probabilistically representative of fatality.

The scenarios analyzed take into account the multiplicity of factors that can have lethal consequences on users and they too are combined with each other according to the type, intensity, evolution of the outbreak, location of the dangerous event, the presence of security systems, as well as the users' behavior, their number and type.

For this purpose we refer to queues models, thermo-fluid-dynamic models and escape models to obtain the distribution function of the fatality to associate with the accident frequency curve, through mathematical calculations.

The effective user's safety, related to the possible evacuation and hazard scenarios is estimated and the relative risk for each tunnel for a specified period of time is quantified.

This method of risk analysis allows to demonstrate the effectiveness prevention, protection and mitigation measures and the efficiency of security management, as established by the European Directive, ensuring that the risk associated with the tunnel, represented in terms of Complementary Cumulative Curve (social risk indicator), is on below the tolerable risk limit.

According to the ALARP criteria, the risk relative to the gallery can be further reduced with only a disproportionate cost (cost-security).

#### 2.4.2. The risk magnitude

According to the consequences, the risk extent can be classed in:

Variable	Measure
Victims' number (N)	Individual Risk Social Risk
Financial damage (DE)	Direct Costs Indirect Costs

The variable taken as representative when defining risk magnitude is the number of victims consequent to a critical accident event. The risk magnitude adopted by current law is the Social Risk magnitude. The social risk extent as suggested by the literature is susceptible of graphic representation or in terms of analytical formula. Social risk is normally calculated assessing the event frequency over a "f" year and the "N" number of victims related to each individual event identified and possible consequences. Each "f-N" combination can be represented by a dot on a graph, thus generating histograms knows as "f-N-curves". The area between the Reasonable Risk curve and the Acceptable Risk curve defines the area of application for the "ALARP" (As Low As Reasonably Practicable) principle; such principle, taken as the guiding criteria for the costs-safety analysis, establishes that the lessening of risk level in a specific tunnel must be compatible with the structural project's intrinsic, technical and financial restrictions. The optimal design solution originates from the combination — accurately carried out on strict bases — of the preventative and protection safety measures deemed appropriate to ensure an acceptable risk level for the tunnel under consideration.

The sphere of the compensating measures is the area of the ALARP principle, in accordance

with the risk analysis methodology adopted by law. The risk level intrinsic to a generic tunnel is defined by the cumulated complementary curve (C.C.C.). The cumulated complementary curve — inclusive of all available information concerning occurrence frequency of a group of significant accident events and the related consequence probability — allows to represent the risk as a complete distribution of potential loss, highlighting the uncertainty effect related to malfunction or to the inadequacy of the safety systems adopted.

The area subtended by a cumulated complementary curve originates a global risk indicator appropriate to define the conditions of equivalence among various design solutions for a tunnel system, as it defines beforehand the appropriate comparison criteria that take into account the uncertainties related to the system. As a Cumulated Complementary Curve can be related to a cumulated distribution function, it cannot be defined in terms of a single moment (expected damage value). The line representing the Reasonable Risk is compatible with the tangential enveloping perpendicular to the complementary cumulated curves related to the actual tunnels if complying with all minimum safety requirements and reliable and efficient safety systems according to current good practice recommendations.

#### 2.4.3. Road tunnels

In case of road tunnel, the curves F-N represent — on a logarithmic scale — the function:

$$1 - F_N(x) = P(N > x) = \int_x^{\infty} f_N(x) dx,$$

where  $F_N(x)$  is the probabilities distribution function of victims' number per year,  $f_N(x)$  is the probabilities density function of victims' number per year.

The social risk criteria related to a road tunnel is as follows: the risk of accident event — a single event causing 50 or more deaths — must be considered as inadmissible if the frequency has been assessed as higher than 1/500 per year ( $F = 2 \cdot 10^{-3}$  per year;  $N = 50$ ).

#### 2.4.4. Rail tunnels

The quantitative risk analysis in railway tunnels must be framed in a general logic of the system, tailored to the specific context of the organization train-tunnel, and articulated in structural or functional subsystems. More specifically, the risk analysis should refer to the decomposition of the system into subsystems as components of the train-tunnel infrastructure, rolling stock and operating procedures. Several scenarios of accident have been identified as reference of the emergency

in tunnel and as originated by critical initiators such as:

- fire;
- derailment;
- collision.

The three scenarios taken as reference of accident will evolve towards different stationary configurations of final emergency characterized by different levels of damage to men, to materials and to the infrastructure, depending on the correct operation or malfunction of the protection and mitigation measures implemented at different levels:

- infrastructure subsystem;
- rolling stock subsystem;
- operating procedure subsystem.

Depending on the extent of the injury, the acceptability of the risk must first be evaluated only for the part of passenger rescue and recover. The results from the Tree Event analysis provide an estimation of the probability distribution of occurrence of the level of damage associated with the consequences of the reference accident scenarios. Based on these data, it is possible to define a measure of Expected Total Risk level (R) for a specific work and for a specific traffic regime. It can be expressed as:

$$R = \sum_{i=1}^n p_i C_i$$

where:

- $R$  — expected risk;
- $p_i$  — probability of occurrence of the i-th consequence;
- $C_i$  — damage indicator value associated with the i-th result;
- $n$  — number of consequence events.

The measure of the Expected Individual Risk (IR) is obtained by normalizing the value of the previous indicator with respect to the exposed population in a predetermined time interval (one year) and per kilometer of tunnel.

It is also well-defined a Cumulative Risk level (CR) based on the probability distribution of cumulative damage level as always referred to an injury. The cumulative risk level gives the probability (cumulative) that a greater damage can occur than an assigned threshold of tolerance. The expected individual risk, together with the cumulative risk, are the reference values for acceptability of the passenger safety level associated with a single specific tunnel.

According to literature data, freely self-assumed risks have statistically an individual risk per year ranging between  $10^{-4}$  and  $10^{-5}$ , while involuntary risks range between  $10^{-6}$  to  $10^{-8}$ . Assuming, as precautionary measures, each user travels on average 1000 km / year on the railway system, the value of



individual risk in tunnel is set at  $10^{-9}$  fatalities / (passengers .km.anno).

For the fore-mentioned reasons, the individual risk defines the expected value of annual risk per passenger per km; the warning threshold is set at  $10^{-11}$  and unacceptability threshold at  $10^{-9}$ . If the calculated risk falls within the area of attention, then it is required to fully prove not only the accuracy and representativeness of used data, but also the accuracy of procedure; in case of residual uncertainty, it is required to proceed with an assessment of type ALARP. The cumulative risk indicator allows one to assess the effects of the evolution of hazardous events on exposed passengers.

As a criterion of acceptability of the cumulative risk, it is possible to proceed to an analysis based on the probability that, not more than a predetermined number of fatality ( $N / \text{km-year}$ ), occur in a fixed period of time (eg. A year) and per kilometer of tunnel. In order to identify a threshold of acceptability, a criterion is introduced as limitation on the plane  $P ([N / \text{Km-year}] > x) - N$  and it allows to illustrate the likelihood that the fatality exceeds a certain threshold.

#### 2.4.5. Range and limit of application

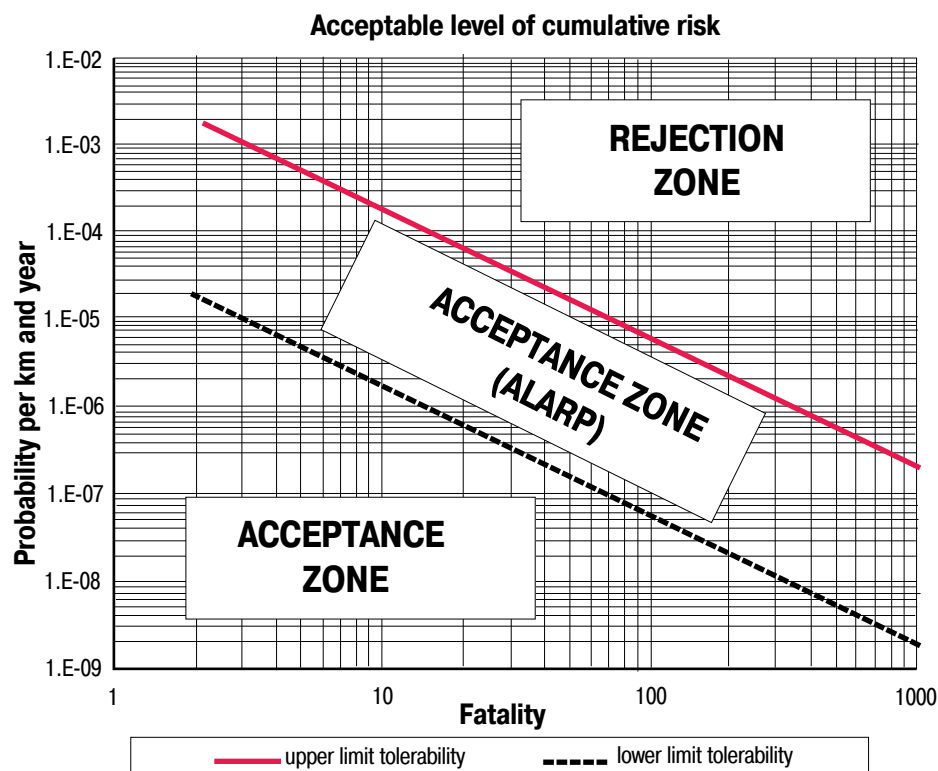
EURAM can be applied both to existing tunnels and new tunnels. It allows to select the proper additional equipment that the tunnel needs, or the alternative safety measures to be adopted when it is not possible to implement all the minimal requirements related to the examined tunnel.

No special limitations for the application of the EURAM are stated. Specifically, EURAM is compliant with the ADR prescriptions and allows the evaluation of the social risk of a tunnel, in which dangerous goods transport is authorized.

In this context, it should be noted that, as the law is structured, each approach based on deterministic scenario analysis, or any risk assessment based on a limited number of critical events, is not compliant with the Italian regulations, which require the societal risk of a tunnel to be determined on a probabilistic set of evacuation scenarios, obtained by a probabilistic analysis of critical events.

### 3. Emergency plans in compliance with recently issued norms

The safety project defines the preventative measures and the protection systems and devices necessary to guarantee users' and rescue service personnel's safety, and for road and railway tunnels, it will be inclusive of safety



The F-N diagram related to rail tunnel safety

management documents for the tunnel's first opening procedures and for periodic tasks. In particular, the safety design will be inclusive of:

- preset management procedures to guarantee the tunnel working order and maintenance;
- an emergency-management plan in cooperation with first aid services and responsive to users' and rescue specialized personnel requirements;
- an acquisition and updating system of significant events, accidents and malfunctions and their analysis;
- the safety tests plan as carried out;
- the personnel training program.

For what concerns the safety project of new tunnels, the design must precede all other geo-technical, structural and plant project as this preparatory design phase will generate the reference lay-outs for the works characteristics. Such features have often consisted in preset solutions, based more on conventional practice than on an attentive design able to guarantee the genuine safety of the works and maximizing the Country's financial resources.

### Conclusions

The safety design procedure replaces the concepts of accident scenario and of dimensioning event (deterministic analysis

of consequences) with the concept of probabilistic group of an escape scenario and of damage expected distribution (probabilistic approach) correlated by a risk flow simulation, and of the escape course of action within a given structure. Such procedure adopts the clear-cut, analytical EURAM (European Risk Analysis Method) risk analysis method, acknowledged as appropriate to define the risk level intrinsic to Italian road and railway tunnels. Moreover, the analysis method provided for represents a reference for the new norms in tunnel safety matters.

Thanks to the systematic approach introduced, it is possible to define the users' rescue rate in possible escape scenarios consequent to accident events considered as critical, and to quantify the risk related to the individual tunnel over a set time-frame. Such method allows to tackle the safety issue in engineering terms, via a logical sequence of analyses and assessments of numerical and quantitative nature; this avoids that, due to the emotional spur generated by a serious accident, the interventions are excessively allocated, implying a financial burden able to seriously hamper a country's investing capability; therefore it is possible to design the infrastructures' management safety similarly to the design of the works' structural design. ■



## НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РИМСКОЙ ПОДЗЕМКИ

*Во время одного из визитов в Рим мне удалось побывать в офисе известной государственной компании Roma metropolitana и встретиться с ее руководством. В ходе брифинга, организованного специально для журнала «Подземные горизонты», с презентациями выступили президент компании и ее генеральный директор Паоло Омодео Сале, технический директор Луиджи Наполи, руководитель проекта «Линия С» Андреа Скотти, делегированный управляющий и технический директор компании «Метро С» Фабио Джанелли.*

**П**ользуясь случаем, я попросила синьора Паоло Омодео Сале ответить на вопросы нашего издания.

— **Синьор Сале, представьте, пожалуйста, компанию, которую вы возглавляете. Какие функции она выполняет?**

— Roma metropolitana — это государственная компания-заказчик муниципалитета Рима, основными функциями которой является проектирование и строительство новых линий римского метро и техническое обслуживание уже существующих. На сегодняшний день компания насчитывает 170 сотрудников.

Общий бюджет, которым распоряжается Roma metropolitana, составляет около 9 млрд евро. 3 млрд из этого бюджета расходуется на строительство третьей ветки римского метро — линии С, которая частично уже находится в эксплуатации (поезда курсируют от конечной остановки на востоке города до центра). Для того чтобы полностью ввести в строй линию С, нам понадобятся еще около 1–1,5 млрд евро на проектные и строительные работы. Точное количество финансовых

вложений будет определено только после завершения проектной стадии. Строительство осуществляется группой компаний, в которую входит, в том числе, такая крупная корпорация, как Astaldi. Помимо нее, для реализации строительных проектов Roma metropolitana взаимодействует еще с целым рядом подрядных организаций.

Управление же движением поездов, в том числе коммерческая деятельность, не входит в наши обязанности. Все управление городским транспортом Рима осуществляет компания АТАС.

Если говорить о линии С, финансирование проекта поделено между тремя бюджетами: республиканским — 70%, региональным (регион Лацио) — 12% и городским — 18%. Очевидно, что самая большая часть расходов легла на министерство транспорта и инфраструктуры, то есть на правительство.

Таким образом, Столица Рим (административное название Рима — Roma Capitale. — Прим. ред.), аккумулирует у себя денежные средства из трех бюджетов и направляет их на финансирование Roma metropolitana,



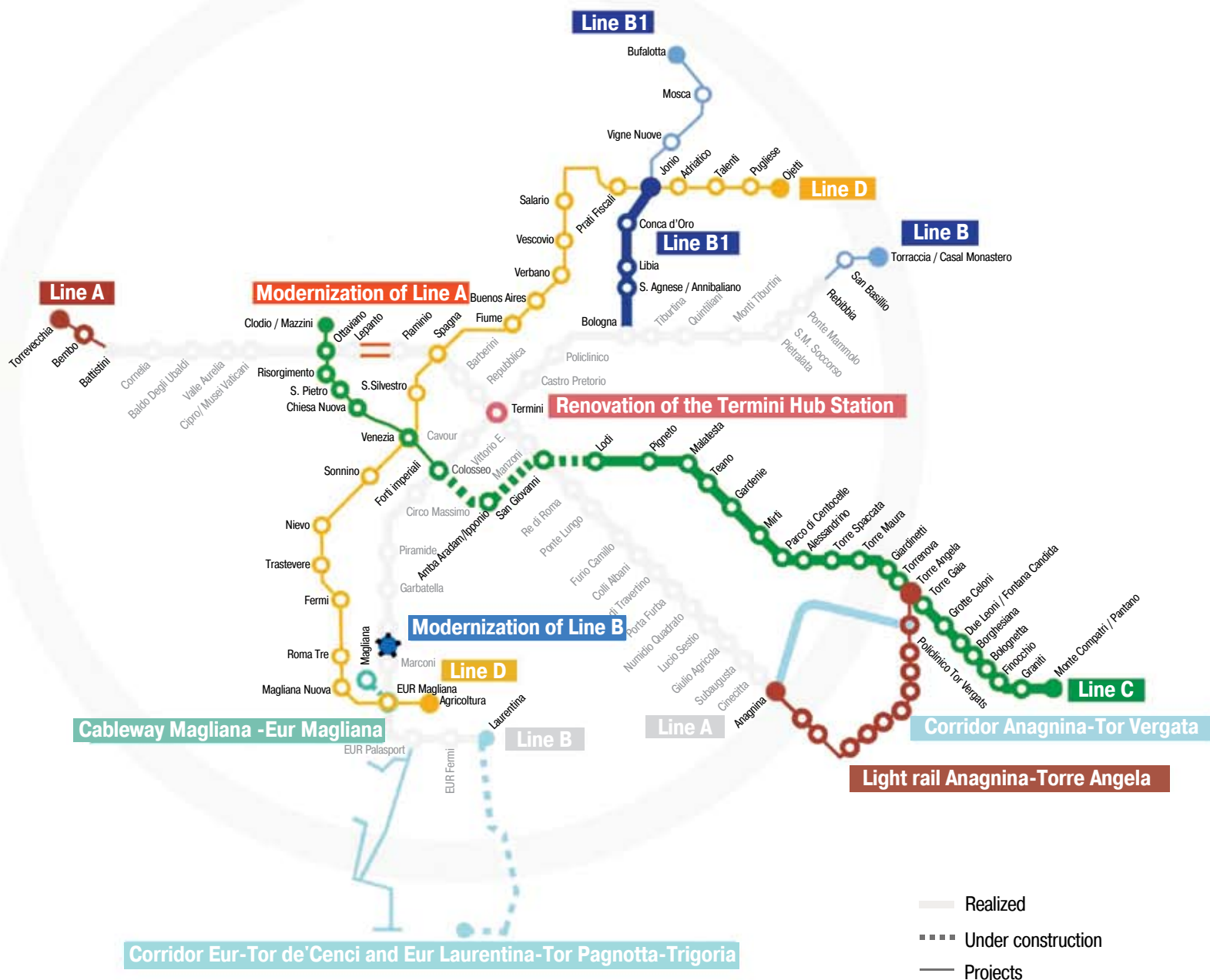


Рис. 1. Схема римского метрополитена с указанием строящихся и перспективных станций

то есть своей собственной компании, которая для выполнения работ нанимает подрядчиков. Их совместная деятельность координируется и управляется генеральным подрядчиком Metro С.с.р.А., куда входят пять крупнейших фирм: Astaldi S.p.A, Vianini Lavori S.p.A., Ansaldo STS (a Hitachi Group company), CMB (Cooperativa Muratori e Braccianti di Carpi), CCC (Consorzio Cooperative Costruzioni). В функции генерального подрядчика входит разработка рабочего проекта и генерального плана, их реализация и контроль над проведением работ. Общий надзор за строительством выполняет Roma Metropolitana.

После сдачи в эксплуатацию объект перейдет в собственность администрации города и будет передан в управление ATAC.

**— Как распределяются доходы от эксплуатации метрополитена?**

— Продажа билетов на ряде видов общественного транспорта – линиях метро, в автобусах и на город-

ских железных дорогах — находится в ведении ATAC, на пригородных автобусах эту функцию осуществляет COTRAL, на региональных железных дорогах — FS. Все они интегрированы в единую систему Metrebus. Доходы от продажи билетов поступают в ATAC, а затем распределяются среди управляющих предприятий в соответствии с заранее установленными параметрами.

**— Каковы особенности строительства метро в Риме?**

— Рим, прежде всего, — это город, недра которого скрывают величайшее археологическое наследие. На протяжении двух тысяч лет, начиная с самого зарождения Римской империи и до образования республики, эта земля была густо заселена. На территории античных городов, руины которых располагаются одни под другими в разных культурных слоях, проживало около 1,5 млн человек. И если прокладка тоннеля ведется ниже залегания культурных слоев, то при сооружении шахт



Рис. 2. Строительство ведется в стесненных условиях



Рис. 3. Артефакты, найденные при проведении археологических раскопок

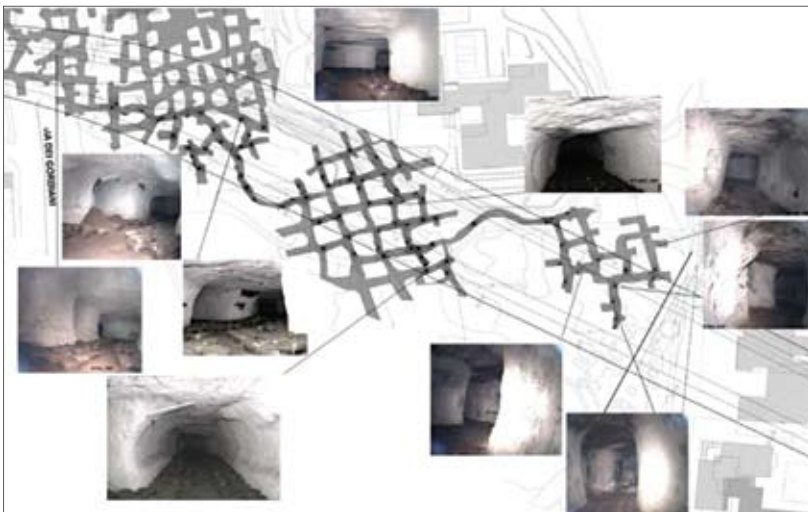


Рис. 4. Подземные ходы, прорытые во времена Римской империи

избежать пересечения грунтов, которые хранят остатки древних цивилизаций, невозможно. В ходе инженерных изысканий строительства мы выполняем послыное рентгенологическое исследование (stratigrafia), которое позволяет нам обнаруживать все артефакты. Каждая археологическая находка приводит к остановке рабочего процесса. В этой связи определить точную дату окончания строительства не представляется возможным.

Очевидно, что наши работы проводятся в особой, нестандартной обстановке. Помимо этого, мы вынуждены разворачивать стройплощадки в невероятно густонаселенных и оживленных частях города. Например, когда машина на станции «Сан Джованни» сооружала диафрагмы в грунте, крюк крана повисал настолько близко к зданию, что с балкона до него можно было дотянуться рукой.

Другая особенность — это римские грунты, которые состоят из очень неоднородных слоев, осадочных залежей. Это создает много проблем при проведении земляных работ.

Нельзя не упомянуть и еще об одной особенности. Дело в том, что подземное пространство города изрезано многочисленными сетями подземных ходов, которые были прорыты в древнем Риме.

#### — Как менялись подходы к строительству метро с течением времени?

— В 1950-е годы, когда велось строительство первых станций метрополитена, технология еще не позволяла прокладывать тоннели в глубоких слоях грунта ввиду его слабости и обводненности, и их прокладывали очень близко к поверхности земли с одновременным укреплением зданий и сооружений, составляющих археологическое наследие. В 1970–1980-е гг. проходка велась уже с использованием тоннелепроходческого комплекса. В 1990-х годах тоннелепроходческие щиты становятся более современными, появился гидрощит с глубиномером.

Следует отметить, что со временем значительно поменялось и отношение к вопросу охраны археологических ценностей. В настоящее время специальные ведомства предписывают вести прокладку тоннелей на глубине не выше 24 м, то есть ниже культурно-исторического слоя. Однако строительство станций требует устройства шахт, и избежать проникновения в культурно-исторический слой невозможно. Раньше, при строительстве линии А, правила охраны культурного наследия позволяли внедряться в археологический слой и убирать оттуда все ценные находки. Их фотогра-





фировали, чтобы зафиксировать все детали, снимали на киноплёнку, чтобы можно было потом воссоздать картину, после чего находки подвергались уничтожению, а выработка грунта в этой зоне продолжалась. Теперь такое невозможно. Работы останавливают, археологи тщательно изучают археологические находки, после чего их консервируют.

Как известно, исторический центр Рима входит в список объектов всемирного наследия ЮНЕСКО. Чтобы изучить влияние на исторические здания и сооружения происходящих в грунте в ходе строительства метро процессов, был основан научно-технический комитет. Он проводит исследования в различных областях: геология, мониторинг, геотехника, инженерия и другие. Так, были выполнены предварительные геологические исследования рядом с Колизеем и другими историческими постройками. Также проведены топографические исследования, исследования текущего состояния структурных характеристик материалов. Проведен и числовой анализ данных.

#### — Какой объем работ на линии С уже выполнен? В чем ее отличие от линий А и В?

— В 2014 году, начиная с конечной станции Пантано, мы открыли первые 13,5 км линии С с пятнадцатью станциями. В 2015-м сдали в эксплуатацию следующий участок, и сейчас в стадии строительства находится третий, центральный, участок Т3, проходящий через исторический центр. Это самый сложный отрезок римской подземки, что неудивительно — грунт здесь буквально нашпигован археологическими ценностями и артефактами.

Линия С строится в соответствии с самыми современными стандартами, с применением передовых технологий. Ее протяженность в совокупности от конечной станции «Пантано» до конечной станции «Клаудио Маццини» составляет 25,5 км, ветка имеет 39 станций и обслуживается тридцатью поездами. Длина поездов — по 108 м, они могут перевозить до 1200 человек. Проходимость линии составляет 24 тыс. пассажиров в час в каждом направлении.

Линия С полностью автоматизирована, имеет единый центр управления. Перрон отделен от пути следования поездов стенкой с раздвижными автоматическими дверями, поезда тоже оснащены автоматикой и осуществляют движение без машиниста.

Предусмотренная частота движения поездов — 3 минуты, хотя система может задавать и более короткий интервал, до 90 секунд. В стадии проектирования находится следующий участок — Т2.

Из-за неопределенности с финансированием мы до настоящего времени не имеем четко обозначенного заказа со стороны государства: сколько станций — 3, 5 или 7 — мы еще должны построить на этом этапе...

#### От станции к станции

В настоящее время ведется активная работа по сооружению станции пересадки «Сан Джованни», которая соединит линии А и С. Именно эта станция будет следующей из тех, которые предстоит открыть.

Строительство станции «Сан Джованни», а также станций «Императорский форум», «Венеция» и других, расположенных в историческом центре города, явилось

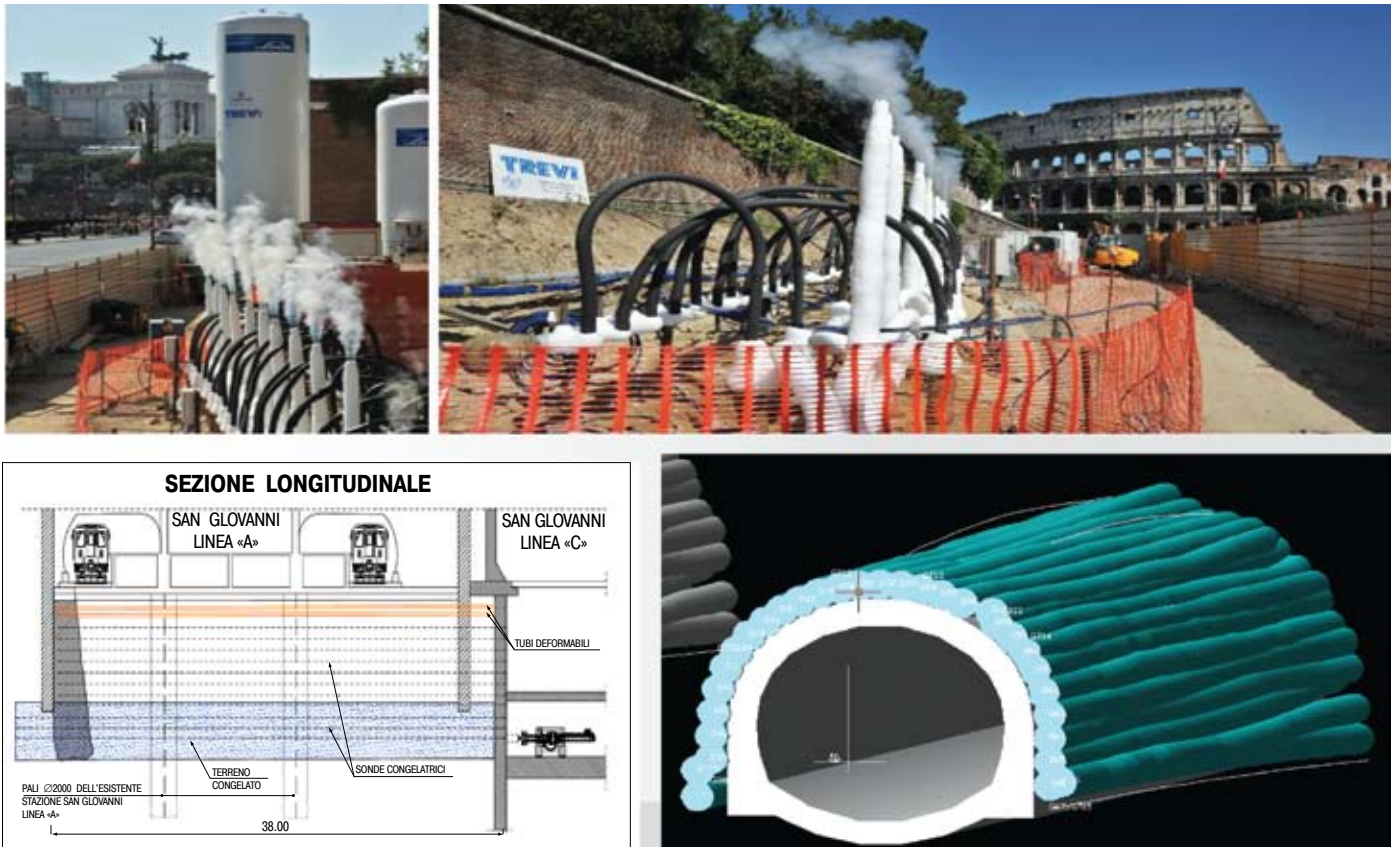


Рис. 6. Замораживание грунта

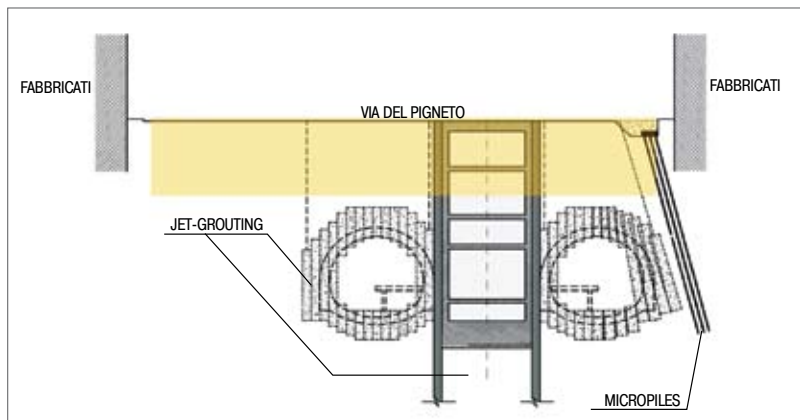


Рис. 7. Технические решения, предохраняющие археологические памятники от разрушения

причиной проведения самых крупных в истории Рима археологических исследований. В этой связи к проведению инженерных изысканий был подключен и Национальный археологический комитет. Весь археологический слой раскапывается в тесном взаимодействии с археологами. Таким образом, на нескольких квадратных метрах земли работает целая группа людей, работы выполняются вручную или с применением мини-техники. Конечно, это серьезно замедляет процесс, в то время как объем раскопок колоссален: они проводятся на всей площади будущих станций, на полную глубину культурного слоя, которая в некоторых местах достигает 20 м. В целях максимальной сохранности культурного слоя все внедрения в него должны производиться в направлении снизу вверх, то есть из тоннелей.

Стандартные мероприятия по укреплению грунтов (Jet Grouting) нельзя применять на участках, содержа-

щих большое количество артефактов, поэтому проектировщики предложили альтернативные технологии. На станции «Сан Джованни» был применен метод «стена в грунте». Раскопки были выполнены по периметру железобетонных стенок, утепленных в грунт. Возведение «стены в грунте» происходило в двух фазах, включавших в себя разработку траншеи под защитой бентонитового раствора и замену последнего на железобетон. При этом использовалось оборудование BAUER Trench Cutter, позволяющее достичь больших глубин без вертикального отклонения. Например, на станции «Тиано» глубина траншеи доходила до 60 м.

Тоннели здесь проложены с помощью механизированного тоннелепроходческого комплекса Herrenknecht диаметром 6,71 м, один поверх другого.

Другая технология, использованная строителями метрополитена — метод замораживания грунта (Ground Freezing). Кроме этого, применялась компенсационная цементация (Compensation Grouting) для нивелирования возможных осадок по ходу продвижения ТПМК: плоский домкрат устанавливался в пространстве между замороженным грунтом и существующим зданием, что позволяло приподнимать грунт и нагнетать цементный раствор в образовавшиеся полости.

В некоторых случаях внутреннее пространство станции образуется путем расширения тоннелей. Для его устройства используются традиционные полумеханизированные методы, без применения щита. Так, например, станция «Императорский форум» будет построена именно таким способом.

В связи с тем, что в непосредственной близости от Колизея предстоит проложить два тоннеля, был



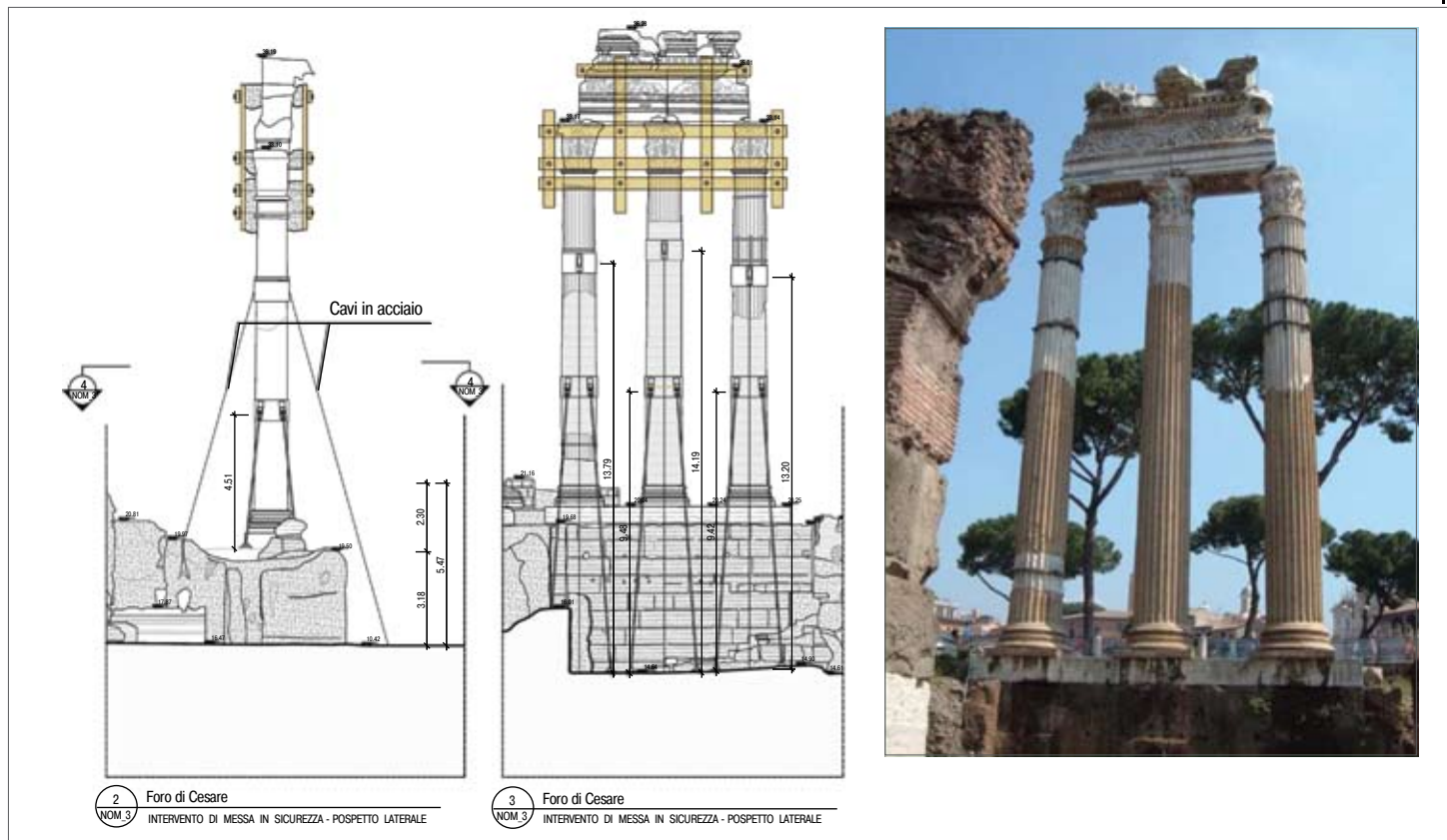


Рис. 8. Укрепление исторических памятников

проведен структурный анализ материалов, который позволил выявить последующее влияние работ на объекты культурно-исторического наследия.

На основании этих исследований для целого ряда построек была установлена необходимость проведения мероприятий по защите от разрушения. Одни из предложенных мер — временные, другие — постоянные. Ряд конструкций, поддерживающих здания и сооружения, будет демонтирован после окончания строительных работ. Например, на рис. 9 показано, как строители укрепили временными подпорками древнюю базилику Максенция.

Все здания и исторические памятники подвергаются ежеминутному мониторингу. Данные с датчиков поступают в единую систему, которая в режиме реального времени осуществляет контроль над состоянием объектов и возможными воздействиями на них.

Сегодня на центральном участке Т3 ведется только строительство станций, прокладка же тоннелей начнется в конце 2017 года.

### Экскурсия на линию С

В ходе встречи в Roma metropolitana я получила приглашение посетить одну из строящихся станций метро — «Сан Джованни». Путь до стройплощадки недолгий, всего несколько минут на машине, и — вот я уже облачаюсь в соответствующую случаю экипировку, и мы вместе с инженером Фабио Джанелли и двумя представителями службы заказчика, техническим директором Луиджи Наполи и руководителем проекта «Линия С» Андреа Скотти, спускаемся по узкой временной лестнице



Рис. 9. Базилика Максенция



Рис. 10. Мониторинг исторических объектов





Рис. 11. Строительство станции «Императорский форум»

на 18-метровую глубину. Все пространство станции окружено бетонными стенами, через шахту проглядывает небо.

Спутники обращают мое внимание на установку для замораживания снизу, с системой подачи льда. Заморозка грунта уже закончена, поэтому оборудование разобрано. В стене все еще видны следы от бурения отверстий для подачи замораживающей смеси. «Перед тем как заморозить грунт, мы укрепили его цементом. Это сделано для того, чтобы избежать нежелательных последствий в случае возможной избыточной заморозки», — поясняет Фабио Джанелли.

Слои грунта, которые располагаются под тоннелем — камерой, образующей пространство станции, — более обводнены, чем все остальные, а значит, они представляют больше проблем для земляных работ. Именно

поэтому основная заморозка грунта выполнялась снизу. Она производилась с помощью жидкого азота и известково-соляного раствора, а поддерживалась температура раствором соли и хлористого кальция.

Вокруг тоннеля строители должны наморозить грунт в виде прилегающих друг к другу цилиндров диаметром 3 м.

Помимо активной заморозки, для улучшения гидроизоляции применяется еще и геомембрана, проложенная под нижним сводом этого тоннеля.

Сейчас выполняется укрепление свода и передней части лба забоя. Таким образом создается своеобразный тампон, некое подобие пробки, препятствующей проникновению влаги внутрь. Далее этот тоннель соединится со вторым, путем ввода одного в другой. Когда машина Microtunnelling достигнет стены в грунте, она будет разобрана, а тоннель расширят до проектных характеристик.

На станции принято решение организовать небольшую выставочную зону, экспонатами которой станут артефакты, найденные в ходе строительства. Во время раскопок здесь также было обнаружено самое большое водохранилище времен Римской империи — построенный рабами огромный резервуар для воды. Он хорошо сохранился до наших дней под руинами последующих цивилизаций. Отдельный элемент этого



Рис. 12. Автоматические двери на станции линии С

древнейшего сооружения также будет представлен в выставочной зоне.

Далее мы следуем на конечную станцию действующего участка линии С, и мне предоставляется возможность промчаться по двухпутному тоннелю новой ветки, оценить точность и четкость работы автоматики. Когда-то здесь работали два тоннелепроходческих комплекса, потом их демонтировали и с помощью подъемного крана извлекли на поверхность. Самой большой проблемой оказалась перевозка частей ТПК с этого места на другую стройку, так как они имели очень большой вес. Отдельные дороги, по которым перевозили ТПК, имеют еще древнее основание, поэтому щиты были разобраны на самые мелкие составные части. Сейчас эти 800-тонные машины в разобранном виде находятся на другой стройплощадке и ждут своего часа. После необходимой ревизии их снова соберут для прокладки других тоннелей. Но это случится только в 2017 году...■



Рис. 13. В ходе технической экскурсии





*During one of my trips to Rome I had the opportunity to visit the office of a well-known municipal company “Roma Metropolitana” and to meet the company’s management. During the briefing given for the review “Underground Horizons” presentations were made by President of the company and its CEO Mr. Paolo Omodeo Salè, Technical Director Mr. Luigi Napoli, Head of the project “Line C” Mr. Andrea Sciotti and appointed managing and technical director of the private company “Metro C” Mr. Fabio Giannelli.*

## LATEST TECHNOLOGIES USED IN ROME METRO CONSTRUCTION

Taking this opportunity, I asked Mr. Paolo Omodeo Salè to answer some questions for our title.

**Mr. Salè, can you please introduce the company that you are managing? What functions does it perform?**

“Roma Metropolitana” is a public company, the customer of Rome’s municipality whose main function is design and construction of new lines of Rome’s Metro and maintenance of the existing ones. Today the company staff totals 170.

The total budget managed by “Roma Metropolitana” amounts to 9 billion euros. Three billion from this budget are spent for the construction of the third line of Rome’s metro — the line C, already in operation from the eastern terminus to the center. To complete the construction of the Line C and to put the entire line into operation we will need another 1–1.5 billion euros to be spent for design and construction works. The exact amount will be determined only after completion of the design stage. The construction is carried out by a group of companies with one of its members being a major construction corporation, Astaldi. Apart from this, in order to implement construction projects the “Roma Metropolitana”

interacts with a variety of external companies. As far as it concerns train operation, here included also commercial activities, it does not come within our responsibilities. All public transportation in Rome is centrally managed by urban transport company ATAC.

In regards to the line C, the project funding is divided between the three budgets — 70% of financing comes from Italian budget, 12% account for the regional share (Lazio province) and the remaining 18% are allocated by the city of Rome. It is evident that the biggest part of the cost fall on the shoulders of Ministry of Transport and Infrastructure, or in other words it will be borne by the government.

Thus, the capital of Rome (the official name of Rome is Roma Capitale, — ed.), accumulates funds of the three budgets and transfers them for financing of “Roma Metropolitana”, that is, for its own company which employs the General Contractor “Metro C S.c.p.A.” to carry out works. Metro C includes five major companies: Astaldi S.p.A., Vianini Lavori S.p.A., Ansaldo STS (a Hitachi Group company), CMB (Cooperativa Muratori e Braccianti di Carpi), CCC (Consorzio Cooperative Costruzioni), that have

Regina Fomina

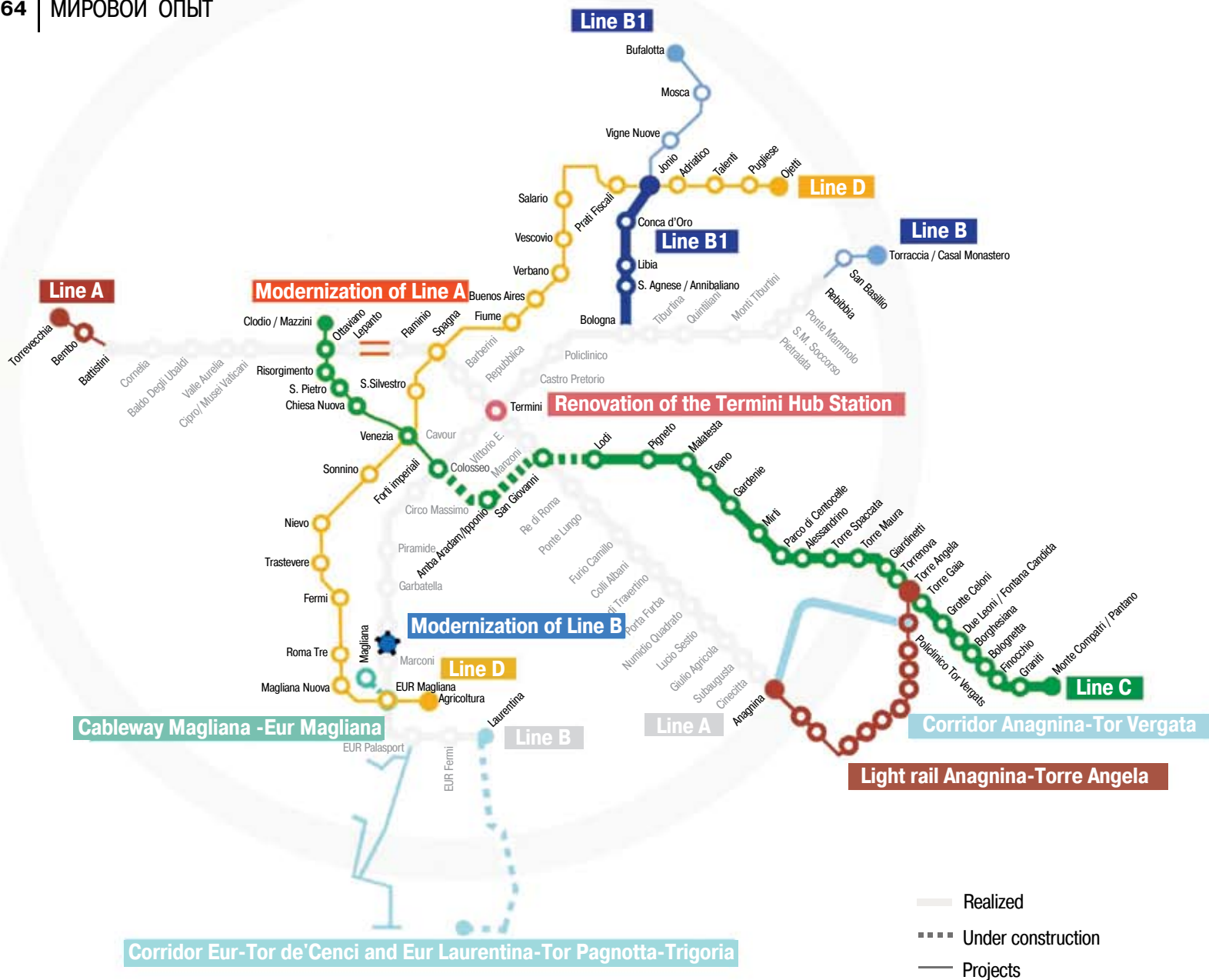


Fig. 1. Roma Metropolitana's activities

signed contracts for implementation of this project. General Contractor's activities include development of the detailed design and master plan as well as implementation of them two, and control over performance of works. The General Supervision of the works is up to Roma Metropolitana. After the facility is commissioned it will be owned by the city administration and then transferred under the ATAC management.

**How does the revenue from Rome metro operation get split?**

There is a rather sophisticated revenue management system developed for this purpose. The tickets of several public transport services – metro lines, bus service and urban railways managed by ATAC, suburban bus services managed by COTRAL, regional railways managed by FS — are integrated in a single system called "Metrebus". All operations regarding the proceeds from the sale of tickets are managed by ATAC, then the collected funds are distributed among all operators in accordance with pre-established parameters.

**What are particular characteristics of Rome metro construction?**

Rome above all is a city whose subsurface conceal greatest archaeological heritage. For more than two thousand years, since the dawn of the Roman Empire and up to the rise of the Italian Republic, these lands were densely populated and continuously occupied. About 1.5 million people inhabited ancient cities the ruins of which are located one above other laying in different superimposed cultural strata. This means that if the tunnel shall run beneath the cultural strata then it would be impossible to avoid intersection of soils that hold remains of ancient civilizations when driving shafts for the tunnels. Accurate field surveys preceding the tunnel construction are always accompanied by archaeological x-ray stratigraphic analysis which allows us to detect all artifacts. Each archaeological discovery entails the work stoppage. In view of these circumstances, it is not possible to specify the exact construction completion date.

It is clear that our works have to be carried out in a very special, non-standard environment. In addition, we have to





Fig. 2. During the construction of the Line B

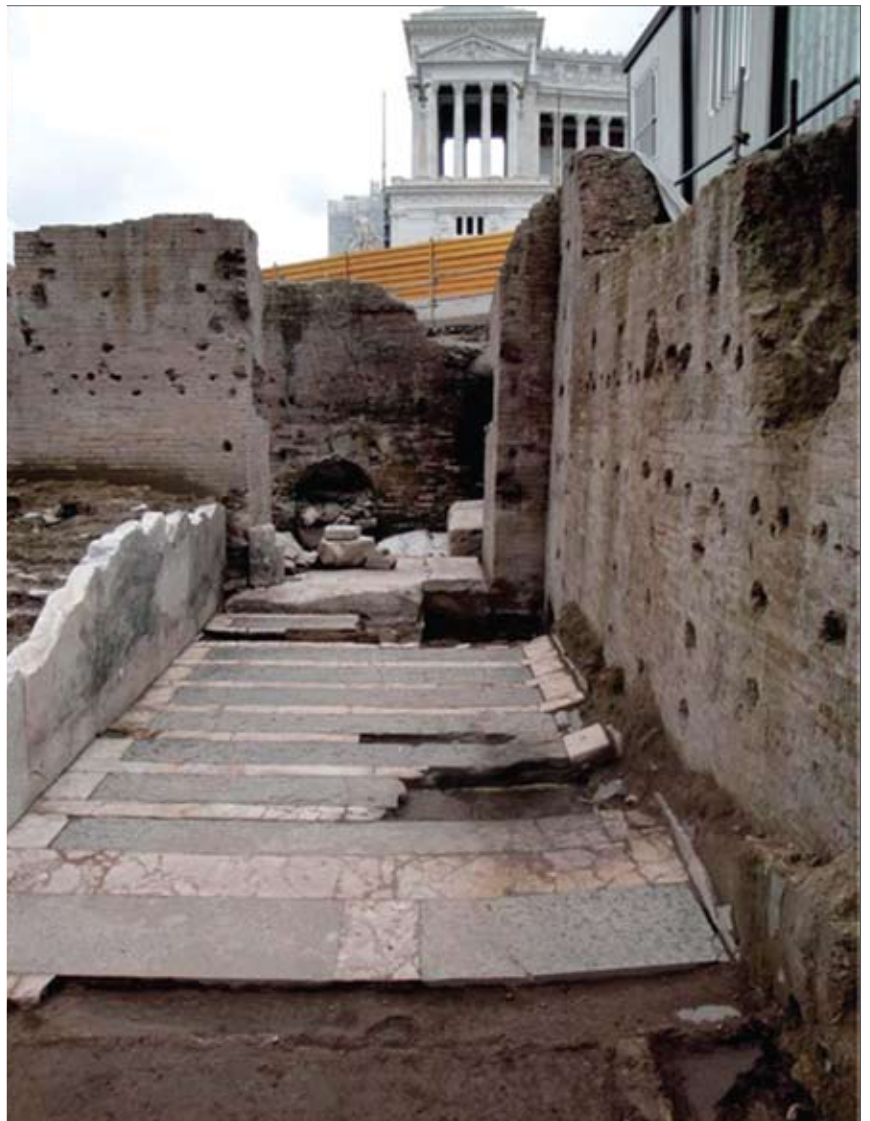
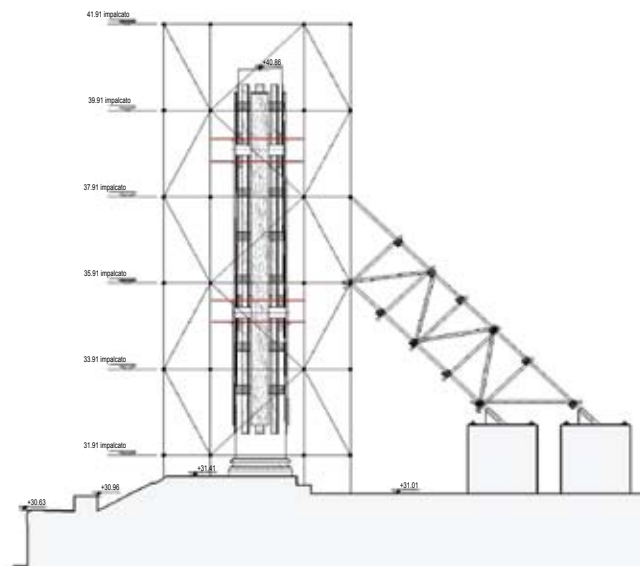


Fig. 3. Archeological finds in the time of the construction of the Line C



**Fig. 4. Historical and monumental structures: the protection**

arrange construction sites in an incredibly crowded and lively parts of the city. As an example, when we constructed a diaphragm wall at the station "San Giovanni", the crane hook hung so close over a balcony that we could reach it with a stretch of the arm.

Another peculiarity are Roman soils which are formed by highly non-homogeneous mixture of sedimentary deposits. This makes tunnel excavation a very challenging task.

One should not forget also another particularity of Rome. The fact is that the underground space of the city is indented by numerous networks of underground tunnels that were dug in days of Ancient Rome.

#### **In which way metro construction techniques have evolved over time?**

In the 1950s, in times when first metro stations were built, the existing technology did not allow to excavate tunnels in deeper layers of the ground because of their weakness and water saturation; so the tunnels were constructed very close to the surface. In parallel to tunnel excavation, buildings and structures of archaeological heritage were reinforced.

In 1970-1980 the tunneling was carried out with a newly introduced technology, i.e. with tunnel boring machines (TBM).

In the 1990s the TBM machines became more modern. These years marked the advance of hydro shield equipped with depth meter.

It should be noted that over time the attitude to protection of archaeological treasures has changed significantly. Nowadays special authorities require to construct tunnels at a depth not less than 24 meters, that is, below the strata of

cultural and historical significance. However, construction of stations cannot be fulfilled without shafts, which means that we can't avoid penetration in these strata. Previously, in times when we constructed the line A, the regulations regarding protection of cultural heritage allowed to penetrate an archaeological stratum and remove all valuable finds from it. The procedure required taking photos in order to capture all the details; everything was filmed so that later the original picture could be built up; then the finds were destroyed, and excavation continued, but now it's impossible! Works are stopped, archaeologists carefully study archaeological findings, after which these findings are preserved.

As is known, the historic center of Rome is on UNESCO World Heritage List. To study the impact of tunneling on historic buildings and structures, a special research and technical committee was established. This committee conducts research in a variety of areas: geology, monitoring, geotechnical engineering and others. Thus, there was a series of preliminary geological studies conducted in the area of Colosseum and other historical buildings. In the same way a number of topographical surveys were carried out, as well as the study of the current state of structural parameters of the materials. They were followed by analysis of numerical data.

#### **What amount of work has been already completed on the line C? In which way does it differ from the lines A and B?**

In 2014, starting from the terminal station Pantano, we opened first 13.5 kilometers of the line C consisting of fifteen stations. In 2015 we put into operation the next stretch, and



currently the third section is under construction; this third section called T3 passes through historic center of Rome. It is the most complicated segment of the Rome metro, and it is not surprising — the ground here is literally packed with archaeological treasures and artifacts.

The Line C is being constructed to the highest modern professional standards, with the use of advanced technologies. Its total length starting from terminal station Pantano and up to other terminal station Claudio Mazzini amounts to 25.5 kilometers; it has 39 stations and is served by 30 trains. The length of the trains is 108 meters, and they can carry up to 1,200 people. The line capacity is 24,000 passengers per hour per direction.

The line C is a fully automated line having a single control center. The platform is separated from the track by sliding automatic doors, the trains are also equipped with automatic train operation system and are driverless. The envisaged inter-trains interval is 3 minutes, although the system can be set differently and specify a shorter interval, down to 90 seconds.

The next line section T2 is also under the design stage.

Due to the uncertainty of funding, we until now do not have a clearly defined government order that would state the exact number stations — 3, 5 or 7 that we will have to build at this stage...

### From station to station

Currently an active work on construction of the interchange station "San Giovanni" is underway; this station will connect the lines A and C. Exactly this station is next to be put in operation.

Construction of the "San Giovanni" station, as well as of stations "Fori Imperiali", "Venezia" and others located in the historic center of the city, gave rise to archaeological research, the largest in the history of Rome. For this reason National Archaeological Committee was involved in engineering survey. Each excavated archaeological layer is dug in close cooperation with archaeologists, and so on a few square meters of land an entire team of people is operating, the work is performed manually or using mini technique. Of course, this slows down the process considerably, while the volume of excavation is enormous: the works are carried throughout the whole area of future stations to the full depth of the cultural layer, which in some areas is as thick as 20 meters.

Since the standard massive interventions of consolidation of the soil from the ground level (Jet Grouting) are not executable in the archaeologically rich areas, the designers put forward alternative methods. For stations like San Giovanni the excavation is done inside the perimeter bounded by very deep diaphragm walls of reinforced concrete, driven into the "natural soil". The construction of diaphragm walls using BAUER Trench Cutter system (in two phases: excavation under bentonite slurry to stabilize the trench, then replacement of the slurry with reinforced concrete) allows to reach great depths without vertical deviations. For example, in Teano station the diaphragm walls were built to a depth of 60 m.

The tunnels here are built by mechanized Tunnel Boring Machine (TBM) Herrenknecht, diameter 6.71 m.



Fig. 5. The reinforcement of Basilica of Maxentius



Fig. 6. City of Rome — Impact of the works

Another technique used by metro builders is the Ground Freezing Method, thanks to which the ground around the tunnel is stabilized.

In addition, Compensation Grouting is used to compensate the possible ground settlements during the advancement of the TBMs: a device called flat jack is installed into the space between the frozen ground and the existing building on the surface. This device is similar to a well-known jack, and it allows to lift the ground and to fill cavities formed by tunnel excavation with cement mortar.

In some cases the inner space of a station is formed by enlarging the excavated tunnel. It can be made by semi-mechanized traditional methods, without tunnel boring

machines. As an example, the station "Fori Imperiali" will be built with this technology.

Considering that the two twin tunnels will have to be built in the immediate vicinity of Colosseum, a structural analysis of materials was carried out which allowed to evaluate a possible impact of tunnel excavation on cultural and historical heritage.

Based on these studies, a number of buildings were marked as structures needed to be protected from destruction. Some of the proposed measures are of temporary nature, so that the supporting structures will be dismantled after completion of construction works, while other reinforcing structures are permanent. As an example, the Fig.5 shows how builders have reinforced ancient Cathedral Basilica Maxentius with temporary props.

All buildings and historical monuments are monitored on a continuous basis; the data received from sensors are fed into a single unified system that supports real-time control over the state of monitored items and over possible impact on them.

Currently on the T3 central stretch only metro stations are being built; the tunneling works will start only at the end of 2017.

## A tour to the line C

In the course of the meeting in the "Roma Metropolitana" office I received an invitation to visit one of metro stations currently under construction, and namely, the station San Giovanni. The way to the construction site is rather short, it only takes a few minutes to get there by car, so I do not waste any time and put on an appropriate clothing suitable



**Fig.7. Technical Director of the company "Roma Metropolitana" Mr. Luigi Napoli, Head of the project "Line C" Mr. Andrea Sciotti and editor-in-chief of the magazine Regina Fomina**

for this case, and so — here we are, and together with Metro C Engineer Mr. Fabio Giannelli, two representatives of the ATAC Customer service, Roma Metropolitana Technical Director Mr. Luigi Napoli and Head of the Project "Line C" Mr. Andrea Sciotti — we are descending a narrow staircase to a depth of 18 meters. All station space is surrounded by concrete walls, the sky is grinning through the shaft. My companions draw my attention to a ground freezing plant that freezes the soil from the bottom up and is equipped with ice delivery system. At the moment the ground freezing is already completed, so the equipment is dismantled. The wall still retains traces of holes drilled for supplying the freezing mixture. "Before freezing the ground, we have consolidated it with mortar. This is done with the aim to avoid negative consequences in case of possible excessive freezing", — explains Mr. Fabio Giannelli.

The soil underlying the tunnel — or the chamber forming the station space — contains more water than all other layers, which means that it provides an even bigger concern for excavation. Exactly for this reason the main ground freezing was performed from below. It was made by using liquid nitrogen freezant and circulating brine, a strong saline solution used to maintain the temperature.

Apart from active freezing techniques, better insulation performance can be achieved by laying a waterproofing geomembrane under the tunnel invert.

The builders must arrange around the tunnel a series of frozen cylinders with a diameter of 3 meters and adjacent to each other.

At this stage the works are carried out on reinforcing the tunnel arch from the inside and on consolidating the ground around its outer perimeter. The aim of these operations is to create a kind of a swamp or plug that prevents moisture penetration inside the tunnel. Later this tunnel will be connected with the other one by inserting one tunnel into the other. When microtunnelling machine reaches the diagram wall, it will be dismantled, and the tunnel enlarged to the design dimensions.

One creative solution was to build a miniature exhibition space inside the metro station. Many artifacts uncovered during the excavation are destined to be displayed there. Metro builders have unearthed the largest water reservoir of time of the Roman Empire built by Ancient Rome slaves. It is well preserved up to now under the rubble of subsequent civilizations. Some elements of this most ancient construction will also be displayed in the exhibition area.

Then we proceed toward the terminal station of the line C operating section, and I gain the opportunity to shoot down a new double-track tunnel and to access the accuracy and clarity of the automation system. Some time ago two tunnel boring machines were working here, then they were dismantled and brought to the surface by a lifting crane. The biggest challenge was to carry the parts of the TBM from this place to another construction site, as they are very heavy. Some roads on which the TBM had to be transported, are built on ancient foundation, so the machines had to be dismantled to their smallest components. Now these 800-ton jumbos lie unassembled on another construction site waiting in the wings. After necessary verification they will be assembled again for construction of other tunnels. But this will only happen in 2017... ■





Все для проектирования, строительства  
и эксплуатации транспортных объектов

XVII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

**ДОРОГИ. МОСТЫ. ТОННЕЛИ**

28–30 сентября 2016

Санкт-Петербург, ВК «Ленэкспо»

[www.mostdor.com](http://www.mostdor.com)

### ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ:

- Проектирование и строительство дорог, мостов и тоннелей
- Оборудование, материалы и конструкции для строительства транспортных объектов
- Оборудование и технологии прокладки коммуникаций, инженерное обеспечение
- Технические средства обеспечения безопасности дорожного движения
- Интеллектуальные транспортные системы
- Специальные материалы и оборудование для содержания и ремонта дорог
- Диагностика, контроль качества и безопасность дорожных работ
- Программное обеспечение и связь
- Инвестиции, страхование и лизинг объектов строительства, техники, оборудования

### СПЕЦРАЗДЕЛЫ:

*Композитные, полимерные и геосинтетические материалы в дорожном строительстве  
Дорожно-строительная и коммунальная техника*

В рамках деловой программы: XII Международный Форум «Мир Мостов».

**NEW**

Выставка впервые проходит в ВК «Ленэкспо» параллельно с международным форумом «**Безопасность на дорогах ради безопасности жизни**».

При поддержке



Организатор:



Тел.: (812) 320-8097, 320-8094

E-mail: [autoprom1@restec.ru](mailto:autoprom1@restec.ru), [passtrans@restec.ru](mailto:passtrans@restec.ru)

Подробная информация и новости выставки на [www.mostdor.com](http://www.mostdor.com)





*On February, 16 in the capital of Belarus a tunnel-boring complex started working at construction of the third line of the Minsk subway. The first in Belarus tunneling shield with the beautiful feminine name Alesia will have to dig 17 km tunnel. For this reason the speed of the subway construction will increase severalfold and make 250m a month. Commissioning of a number of stations is scheduled for 2018.*

## ТРЕТЬЯ ЛИНИЯ МИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА: РУБИКОН ПРОЙДЕН

**В столице Беларуси 16 февраля произошло событие, одновременно и плановое и долгожданное, — заработал тоннелепроходческий комплекс, предназначенный для строительства 3-й линии Минского метрополитена. Первому в республике механизированному щиту с красивым женским именем «Алеся» предстоит пройти более 17 км. Благодаря ему темпы строительства метрополитена увеличатся в несколько раз, скорость проходки составит 250 м в месяц. Введение в эксплуатацию ряда станций запланировано уже в 2018 году.**

### Из истории минского метрополитена

Быстрые темпы строительства крайне необходимы для развития современной транспортной инфраструктуры Минска. Для жителей белорусской столицы метрополитен давно стал привычным и наиболее востребованным видом перевозок. Существующие станции на двух ветках ежедневно пропускают более 850 тыс. человек.

Официальная история проектирования Минского метрополитена началась в 1976 году, хотя замыслы по его строительству датируются куда более ранним временем. Быстрый послевоенный промышленный рост сопровождался увеличением населения, а города, имевшие свыше миллиона жителей, по существовавшему «советскому» правилу, должны были обзавестись метро. Миллионный минчанин появился на свет в 1972 году.

Полина БОГДАНОВА





Но планы по строительству метро натолкнулись на преграду, грозившую большими финансовыми расходами — высокое стояние грунтовых вод. Выход был найден в виде строительства подземных станций мелкого заложения, большая часть которых совмещена с подуличными пешеходными переходами.

Сложные грунтовые условия наложили отпечаток на последующее развитие метрополитена, именно поэтому первый ТПМК появился в республике только сейчас, когда технологии позволили вести механизированную проходку буквально в нескольких метрах от поверхности земли.

Предприятие «Минскметрострой» после длительных переговоров и согласований, просчета эффективности всех технических решений приобрело щит у французской компании CSM Bessac.

### «Фишка» проекта

Как гласит русская пословица, лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать, — и командировка в столицу Беларуси стала делом решенным.

Минск встретил настоящей весной, солнцем и теплом, хотя и с легкой мартовской прохладой. Однако плановый маршрут

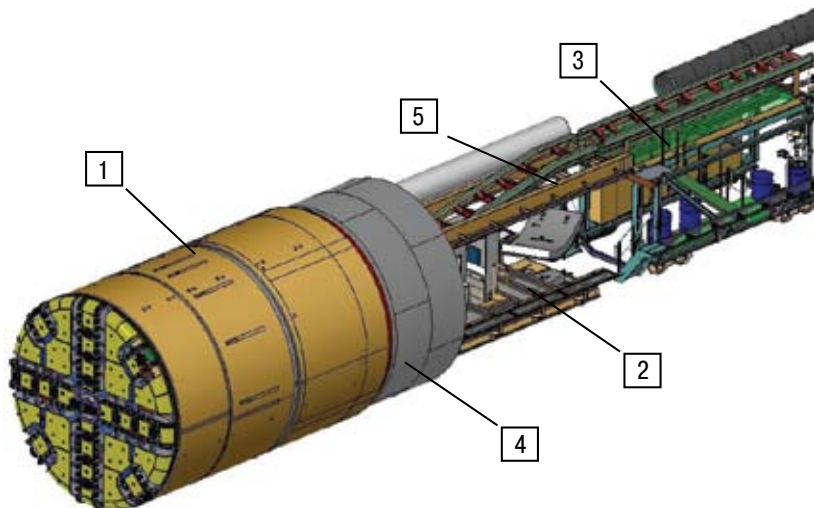
первым делом вел вглубь. Проводником в интересный и своеобразный мир подземного строительства стал Василий Анищенко, исполнительный директор ООО «Спецмодульпроект». Знакомство с современными технологиями началось с осмотра котлована будущей станции «Вокзальная», где осуществлена врезка щита и началась проходка левого тоннеля длиной 1600 м до станции «Площадь Юбилейная». Далее, с завершением этого этапа, последует демонтаж щита, подъем его на поверхность, перенос на «Площадь Ленина» и проходка правого тоннеля. Щит вернется на «Вокзальную» и оттуда пойдет до будущей станции под улицей Жуковского. Всего на 3-й линии или, как ее еще называют, Зеленолужской ветке, предстоит возвести под землей до 14 станций. В первую очередь строительства входят, кроме уже упомянутых, «Ковальская Слобода» и «Площадь Франтишка Богусевича».

Что же представляет собой инновационный тоннелепроходческий комплекс 6000 T038 RT-2001030, построенный специально для Минского метрополитена? «Для существующих задач естественным стало использование механизированного щита с грунтопригрузом, только так можно обеспечить минимальные просадки грунта, — поясняет Василий Анищенко. — Разработанный грунт

сначала подается в герметичную камеру грунтопригруза (в которой давление такое же, как в забое), а из нее удаляется шнековым конвейером. Такие механизированные комплексы используются в мировой практике уже более 30 лет».

Все это, конечно, так. Единственное «но» — подобное оборудование до сих пор применялось на глубине свыше двух диаметров машины. А если мы обратимся к основным параметрам комплекса, то его длина составляет 90 м, внешний диаметр — 6,2 м, а щит, по большей части, работает всего в 4 м от поверхности. При этом предстоит пройти под историческим центром Минска, где любая деформация фундамента может иметь фатальный характер. Нельзя сбрасывать со счетов стесненные условия плотной городской застройки, кроме того, с одной стороны место строительства окаймляет железная дорога, с другой — автомагистраль. В общей сложности метростроителям на минимальной глубине предстоит «преодолеть» путепровод, железнодорожную насыпь и мост. По всем статьям, у них нет права на ошибку.

«На презентации ТПМК глубина проходки казалась некоторым специалистам нереально малой, хотя она составляет около 80% от требуемой, — продолжил Василий Анищенко. — Многие интересовались деталями и



ТПМК: 1 — щит, 2 — устройство для подачи сегментов, 3 — технологическая тележка, 4 — тоннельная обделка, 5 — балка тяги

удивлялись, как нам это удалось. Пожалуй, именно условия проходки — основная «фишка» нашего проекта, хотя в устройстве самого комплекса есть ряд нововведений, которыми стоит гордиться».

### Конструкция: старое и новое

Как и другие «собраты по проходке», белорусский ТПМК состоит из трех основных частей: щита, устройства для подачи сегментов и технологических тележек. Чтобы выполнить проходку на минимальной глубине в стесненных условиях, в его конструкции предусмотрен ряд усовершенствований. В частности, комплекс обладает широким диапазоном грунтопригрузки. Как обычно, используется специальная пена, которая улучшает текучесть и уменьшает проницаемость извлеченного грунта внутри забойной камеры. При этом устройство подачи сегментов имеет четыре генератора пены, вместо привычных двух. С помощью установленных вдоль всего забоя датчиков давления можно определять необходимое для компенсации количество пены и грунта.

Проходка осуществляется с помощью рабочего органа, спроектированного в соответствии с геологическими условиями минского грунта. Механизм приводится в движение шестью электродвигателями (питание подается с поверхности от одной из городских подстанций) с водяным охлаждением и оснащен 104 резцами шириной 120 мм и дисковыми шарошками 14" (2 простых и 12 двойных) для проходки твердого грунта.

Для лучшего перемешивания извлеченного грунта в забойной камере смешивающие лопасти, часть конструкции рабочего органа, устанавливаются перед неподвижными частями, которые крепятся на перегородке.

В режиме грунтопригрузки конструкция за-

бойной камеры способствует плавности передачи материалов на шнековый конвейер.

Комплекс имеет электронную систему контроля и управления, все рабочие параметры и показания датчиков выводятся на экран в кабине.

Между кабиной управления и приводом расположен блокоукладчик, способный передвигать сегмент высокоточной бетонной обделки весом до 3,5 тонн. Его движения — гидравлические — происходят в нескольких плоскостях. Интересно, что блокоукладчик установлен там же, где и шнековый конвейер. Это позволяет уменьшить длину щита и, соответственно, диаметр котлована для строительства. Нельзя не упомянуть, что каждая секция этого проходческого щита короче, чем у большинства производителей. Таким образом, данный прием позволяет вести проходку с меньшего пятатка.

ТПМК оснащен двумя шлюзами, для персонала и оборудования, чтобы иметь возможность заменить, главным образом, режущий инструмент.

«В этом ТПМК много мелких усовершенствований. Интересная система нагнетания и перекачки раствора, гидравлика. Даже необычна, казалось бы, такая привычная вещь, как ведение бурового журнала. Например, для того чтобы получить данные о проходке, не нужно распечатывать десятки страниц. Достаточно задать параметр, временной диапазон и получить искомый результат», — рассказывает Василий Анищенко.

### Кубик Рубика под землей

Одна из прописных истин современного тоннелестроения предписывает использование готовых железобетонных сегментов, которые собираются в кольцо прямо в тоннеле. Журналисту выпал редкий шанс

понаблюдать за монтажом кольца, для чего пришлось спуститься в забой. Бросилось в глаза минимальное количество дополнительного оборудования, стройплощадка выглядела практически пустой. Мы прошли мимо аккуратно сложенных блоков высокоточной бетонной обделки, наконец, поручни, сходни — и вот мы на месте.

На пульте управления используется программное обеспечение с интуитивно понятным интерфейсом, применяются те же принципы, что на iPad. Все это позволяет довольно быстро провести обучение персонала.

Поразила филигранная точность процесса подгонки блоков, измерения производились по линейке вплоть до миллиметра, что не случайно: ведь несмотря на то, что диаметр собираемого кольца — 6 м, а само оно весит несколько тонн, допуск по ступеньке составляет всего 5–7 мм, и это при полном отсутствии нахлестов. Монтажникам следует добиваться практически идеального соответствия проектной геометрии поворота кольца. Нельзя забывать, что качество сборки влияет на последующие действия и конечный результат.

Немного позже Василий Анищенко объяснил суть процесса: «С помощью геодезического оборудования можно проследить, насколько точно позиционирован щит по проектной оси. Именно под нее и подбирают кольца, имеющие клиновидную форму. Если начать поворачивать несколько таких клиньев относительно друг друга на какой-либо угол в разных плоскостях, получим изгиб. Это чем-то напоминает известный кубик Рубика. Программное обеспечение позволяет ввести проектную ось, запомнить номера всех колец и положение каждого из них. Все это контролируется достаточно точным навигационным оборудованием, проверяется и перепроверяется в автоматическом режиме».

### Рука об руку

Во время нашей экскурсии мне не раз приходила мысль, что для создания подобного комплекса необходимо не просто обладать конструкторскими навыками, но и понимать каждую мелочь, с которой может столкнуться метростроитель. А это без опыта проходки сделать вряд ли бы удалось. Так и оказалось. Bessac, помимо всего прочего, тоннелестроительная компания. То есть, по сути, тоннелестроитель производит оборудование для таких же тоннелестроителей.

Главный инженер проекта от Bessac Никола Колодкин отмечает: «Зачастую некоторые компании поставляют оборудование, «железку» — и «умывают руки»: мол, дальше идите, дорогой заказчик, и работайте, как знаете.



Bessac способен выполнить любой спектр работ. Почему мы выиграли конкурс на реализацию этого проекта? Минскметрострой не знаком с таким видом техники. Значит, нужно обучить персонал заказчика. В нашей фирме умеют и проектировать, и вести проходку, способны выполнить полный комплекс инженерных расчетов, проанализировать риски, обучить людей. Кроме того, иногда для пользы дела приходится выполнять работы, не предусмотренные контрактом».

И это не простые слова. Например, белорусский заказчик при выборе компонентов тампонажного раствора принял решение об использовании только местных материалов. Специалисты из Bessac помогли подобрать оптимальную рецептуру. Налаживание местного производства тампонажной смеси идет вне контракта и оформлено как часть технической поддержки, выполняемой компанией. «Фактически мы осуществляем инженерное управление проектом. Конечно, выбор всегда за заказчиком, но он получает от нас несколько возможных вариантов технических решений», — пояснил Николая Колодкин.

Взаимоотношения между специалистами компании и их белорусскими коллегами складываются хорошо. Все началось с момента прибытия тоннелепроходческого щита из французской Тулузы. Затем в течение двух месяцев под наблюдением и при участии специалистов заказчика проходил монтаж. С будущими пользователями оборудования провели теоретические занятия, как в университете. Лучшие специалисты Bessac в течение недели рассказывали о реализации проходки, на что следует обращать внимание, как обеспечить необходимую безопасность. После началась практика на машине.

«Сложности всегда возникают там, где впервые применяются та или иная технология. Нужно время на обучение — и терпение, чтобы сработались команды и звенья. Все это понимают», — добавил Василий Анищенко.

К слову сказать, заложенная проектная скорость проходки будет достигнута лишь по прошествии некоторого времени. В первые 10 месяцев щит идет со скоростью 50 м в месяц. Это связано не только с обучением персонала, но и с особым режимом работы машины на этапе врезки и начала проходки.

На сегодняшний день в одной из трех смен операторы блокукладчика и щита — местные. Оба они имели опыт ведения немеханизированной проходки. Осталось обучить еще четверых, чтобы полностью передать дело в руки белорусского персонала.

«Конечно, рядом всегда специалист из Bessac, который смотрит, контролирует, помогает исправить. Пока не было ни одной серьезной поломки. Обучение проходит на «отлично».

Технический уровень знаний специалистов подрядных организаций, непосредственно работающих на объекте, очень высок. И проходчики, и инженерно-технический персонал знают свое дело. По контракту мы должны были уехать после первых 500 м — через три месяца. Мы уезжаем, но оставляем на объекте двух русскоговорящих специалистов Bessac так долго, как клиенту это будет нужно, чтобы полностью освоить процесс строительства тоннеля», — отметил Николая Колодкин.

## Bessac: от Ла-Манша до России

Если углубиться в историю компании Bessac, то погружение не будет чересчур длительным. Ее основал Мишель Бессак в 1975 году как семейную фирму. Один из крупнейших проектов компании — строительство Евротоннеля под Ла-Маншем (объект введен в эксплуатацию в 1994 году).

Именно тогда были заложены основные принципы современного тоннелестроения. То, что делалось тогда впервые, на сегодняшний день стало привычным, обыденным и получило дальнейшее развитие. Изменились, сохранив свое название, технологии и подход, увеличилась в разы точность проходки.

Рассказывает Василий Анищенко: «Появились более мощные группы аксиально-поршневых насосов, новые системы охлаждения гидравлического масла. Много интересных вещей по подаче воды, сжатого воздуха, по организации кессонных камер для доставки персонала. Технологии усовершенствовались, внося в них десятки тысяч изменений в мелочах. Тогда использовали щиты другого поколения. Bessac постоянно ведет работы по совершенствованию оборудования, и минский опыт тоже вносит свой бесценный вклад».

Ему вторит Николая Колодкин: «На сегодняшний день мы ведем достаточно сложный проект в Ницце, там проходку делать намного сложнее, чем в свое время под Ла-Маншем. Общая тенденция — стало меньше свободных мест для строительства тоннелей. Приходится находить «высокие» технологические решения, вести проходку под мостовыми сооружениями, железными дорогами, зданиями и при этом точно выдерживать все расстояния. Есть проекты с большой глубиной проходки и с малой, получена возможность выходить на любые кривые и обеспечить точность в 1–2 см на километр».

Компании Bessac есть, чем гордиться, в ее активе строительство тоннеля с разворотом оси под острым углом, проходка тоннелей диаметром 3 м и длиной 5 км без выхода щита на поверхность, как это было в Дюнкерке.



Машина для очистки канализации

Кроме того, разрабатывается щит, способный демонтировать старую обделку и менять ее на новую. Произведено уникальное оборудование для очистки старых коллекторов тоннелей (особенно это касается больших канализационных коллекторов диаметром 3–4 м).

«Мы развиваем три направления: оказываем экспертно-техническую поддержку, разрабатываем и производим оборудование, ведем строительство тоннелей, метрополитенов и микротоннелей, — поясняет Николая Колодкин. — Есть сложившаяся строительная система в Москве и Санкт-Петербурге. Мы способны снизить ее затратность за счет применения новых технологий и передового опыта».

К слову сказать, в России компания участвовала в проекте «Москва-Сити», на строительстве фундаментов. Кроме того, два проходческих щита были проданы московским организациям и успешно работают.

«Мы готовы передать свой опыт и Московскому метрополитену, и организациям, строящим подземные коммуникации. В Москве у нас есть свое представительство. Bessac выполняет много проектов по всему миру — от Западной Европы до Южной Америки, надеюсь, что и сотрудничество с Россией продолжится», — подчеркнул Николая Колодкин.

...При отъезде из Минска, порадовавшего весенним солнцем, в последний день марта крупные капли дождя бесшумно катились по стеклу машины. Последнее воспоминание — радуга над стройплощадкой и местом будущей станции «Вокзальная» — своеобразный символ сбывшихся планов, ведь Рубикон пройден и всем понятно: Зеленолужской ветке Минского метрополитена — быть. ■



В. А. ГАРБЕР, д. т. н.;  
Н. Н. СИМОНОВ, к. т. н.;  
Е. В. ЩЕКУДОВ, к. т. н.  
(НИЦ «Тоннели и метрополитены»  
АО ЦНИИС)

# ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ТОННЕЛЯХ И МЕТРОПОЛИТЕНАХ

*The updated Code of practice СП 122.13330.2012 “Construction norms and regulations 32-04-97 “Railway and road tunnels”” is being developed in Russia. The purpose is implementation of the requirements of the Federal Law dd. 30.12.2009 No. 384-ФЗ “The Technical Regulations on Safety of Buildings and Structures”, as well as ensuring of compliance to the requirements of Federal Law No. 261-ФЗ dd. 23.11.2009 “On Energy Supply and Improvement of Energy Efficiency...”*

*Ведется разработка актуализированного СП 122.13330.2012 «СП 32-04-97 «Тоннели железнодорожные и автомобильные». Целью является реализация требований Федерального закона от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», а также выполнение требований Федерального закона № 261-ФЗ от 23.11.2009 «Об энергоснабжении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: повышение уровня гармонизации нормативных требований с европейскими и международными нормативными документами, приведение к единообразию методов определения эксплуатационных характеристик и методов оценки, обеспечение взаимной согласованности действующих нормативных технических документов в сфере строительства».*

**Р**азработка актуализированного СП предусматривает уточнение ряда требований, прошедших валидацию и апробацию при проектировании тоннелей.

Термин «валидация» трактуется следующим образом:

- придание законной силы, утверждение, легализация, ратификация (общегосударственное право);
- процесс, позволяющий определить, насколько точно с позиций потенциального пользователя некоторая модель представляет заданные сущности реального мира (системное программирование);
- процедура, дающая высокую степень уверенности в том, что конкретный процесс, метод или система будут последовательно приводить к результатам, отвечающим заранее установленным критериям приемлемости.

После полной валидации процесса возможно, что количество контролируемых параметров в итоге уменьшится. Разработчики, полностью понимая те факторы, которые влияют на изменчивость и, следовательно, на стабильность процесса, имеют необходимую информацию для управления им, например через снижение изменчивости или повышение его скорости.

## Анализ документов и выявление противоречий

Одна из задач осуществляемой разработки — устранение противоречий строительных норм и правил с нормативно-техническими документами по пожарной безопасности.



Сравнительный анализ р. 5.12 «Пожарная безопасность» СП 122.13330.2012 с аналогичными разделами других нормативных документов

№ п/п	Название документа	Содержание раздела в документе	Содержание раздела в СП 122.13330.2012	Противоречит или нет		Примечание: учесть при актуализации или нет
				Да	Нет	
1	СП32-105-2004 «Метрополитены» р. 5.16 «Пожарная безопасность», СП120.13330.2012 «Метрополитены. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003 р. 5.16. «Пожарная безопасность»	Р. «Строительные конструкции и материалы»: 17 требований	Р. «Строительные конструкции и материалы»: 8 требований	—	+	Нет
		Предел огнестойкости перегонных и тупиковых тоннелей метрополитена R 90	Предел огнестойкости городских транспортных тоннелей R 150	Да	+	Учесть: изменить R 150 на R90
		Предел огнестойкости перегородок между путями в 2-путных тоннелях и перегородок соединительных сбоек между тоннелями метро EI 45	Предел огнестойкости перегородок притоннельных сооружений и помещений EI 90	Да	+	Учесть: изменить EI 90 на EI 45
		Предел огнестойкости вентстволов метрополитена R 60	Предел огнестойкости стволов шахт городских тоннелей R 90	Да	+	Учесть: изменить R 90 на R 60
		Применяются показатели группы горючести Г1, В1, РП1, Д1, Д3, Т1, Т2	Применяются показатели огнезащитных покрытий КМ0, КМ2, класс пожарной опасности К0	Да	+	Учесть: применить одинаковые показатели (уточнить какие)
Приведены категории помещений и сооружений по взрывопожарной опасности	Нет категорий помещений и сооружений по взрывопожарной и пожарной опасности	Да	+	Учесть: ввести категории	Нет	
2	Правила пожарной безопасности на метрополитенах (ППБО-147-88)	—	—	—	+	Нет
3	Правила безопасности при строительстве подземных сооружений. Вып. 12 р. 15.3 «Пожарная безопасность» (ПБ 03-428-02)	В п.п. 15.3.2 и 15.3.3 регламентируется необходимость включения раздела «Противопожарная защита» в ПОС. В составе ПОС должен разрабатываться ППЗ (проект противопожарной защиты).	Отсутствует	Да	+	Учесть: включить в актуализируемый СП
		В п.п. 15.3.15 и 15.3.22 регламентируется разработка ПГ 1Р в части установления границы опасной зоны не менее 50 м от места производства взрыво-пожарных работ и разработка ПЛА (план ликвидации аварии), который должен быть введен в действие до начала СМР	Отсутствует	Да	+	Учесть: включить в актуализируемый СП

Всего собрано и проанализировано 38 нормативных, технических и других документов: ФЗ, ГОСТы, СНиПы, СП, ППБ, ПБ, НПБ и другие.

Помимо актуализированного СП 122.13330.2012, из них только 5 относятся к подземному строительству:

- СП 32-105-2004 «Метрополитены», р. 5.16 «Пожарная безопасность»;
- СП 120.13130.2012 «Метрополитены. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003». р. 5.16 «Пожарная безопасность»;
- «Правила пожарной безопасности (ППБ) на метрополитенах (ППБО-147-88)»;
- ПБ 03-428-02 «Правила безопасности при строительстве подземных сооружений». Вып. 12. Р. 15.3 «Пожарная безопасность» (Госгортехнадзор России. Москва. 2002);

■ «Инструкция по противопожарной защите при строительстве подземных объектов». Приложение 34 к «Правилам безопасности при строительстве подземных сооружений».

Остальные документы регламентируют различные аспекты противопожарных требований в целом по строительной отрасли.

Детальное аналитическое сравнение каждого пункта этих документов между собой и с СП 122.13330.2012 позволило снять противоречия между ними и оптимизировать по состоянию на данный период противопожарные требования при проектировании, строительстве и эксплуатации железнодорожных, автодорожных тоннелей и метрополитенов.

В таблице приведены результаты сравнительного анализа содержания вышеуказанных документов между собой и с разделом «Пожарная безопасность» актуализируемого СП 122.13330.2012 «СНиП 32-04-97 «Тоннели железнодорожные и автодорожные», при этом даются рекомендации по учету в нем выявленных противоречий.

Из таблицы видно, что выявлены 13 пунктов по пожарной безопасности в строительстве, которые рекомендуется включить в актуализируемый СП 122.13330.2012.

Также установлено, что СП в целом соответствует Федеральному закону № 69-ФЗ «О пожарной безопасности». Различие между этими документами заключается в количестве вводимых терминов и определений.



### Анализ мирового и отечественного опыта чрезвычайных ситуаций

Обобщение данных мирового и отечественного опыта позволило сформулировать следующие основные причины возникновения пожаров при строительстве и эксплуатации транспортных тоннелей:

- неисправность электрооборудования, машин и механизмов;
- нарушение правил ведения огнеопасных работ и правил безопасности при ведении СМР;
- короткое замыкание в силовых линиях кабельных сетей при снижении сопротивления изоляции ниже допустимых норм, из-за механических повреждений;
- возгорание паров нефтепродуктов в тоннелях;
- неисправность электросхем и силового оборудования подвижного состава;
- недостатки в проектной документации в разделах «Электроснабжение», «Пожарная безопасность», «Вентиляция».

Одна из основных задач проектировщика — выбор наиболее экономичного тоннеля с применением строительных конструкций и технологий, обеспечивающих необходимую экологическую чистоту, качественное инженерное обеспечение, меры безопасности и длительный срок службы.

Интересен опыт зарубежных коллег по следующему кругу вопросов:

- нормативная база для проектирования тоннелей;
- наиболее крупные международные совместные исследовательские проекты по безопасности тоннелей;

- зарубежные методики анализов рисков;
- категорирование автодорожных тоннелей в отношении транспортировки опасных грузов;
- вопросы проектирования зарубежных городских тоннелей;
- проводимая в настоящее время реконструкция существующих тоннелей на предмет соответствия последним общеевропейским нормативам по безопасности;
- вопросы относительной стоимости систем и мер безопасности в тоннелях.

В первом полугодии 1999 года в Европе произошло два катастрофических пожара с интервалом в несколько недель: в тоннеле Монблан (Франция — Италия) погибли 39 человек, в тоннеле Тауэрн (Австрия) — 12 человек. Эти события вызвали шок у общественности и привлекли внимание политических деятелей. В результате на национальном, европейском и международном уровне развернулись бурные дискуссии в отношении мер безопасности тоннелей и началась подготовка новых, более жестких стандартов. В октябре 2001 года произошел другой катастрофический пожар: в тоннеле Сен-Готард (Швейцария) погибли 11 человек. Это усилило обеспокоенность общественности и привело к ускорению разработки мероприятий, направленных на ужесточение норм по безопасности.

Большинство работ по созданию новых международных рекомендаций проводилось Всемирной дорожной ассоциацией (PIARC: [www.piarc.org](http://www.piarc.org)). Эта организация возникла еще в 1909 году. Занимается вопросами планирования, проектирования, строительства, технического обслуживания

и эксплуатации дорожных инфраструктур. Она объединяет 111 стран-участников, а в целом — более 2 тыс. членов из 130 стран. В 1957 году был создан Технический комитет PIARC по эксплуатации автодорожных тоннелей. В настоящее время он объединяет членов-корреспондентов из 30 стран и имеет 5 рабочих групп. Комитет занимается вопросами эксплуатации и безопасности, воздействием на окружающую среду и оборудованием, тесно сотрудничает с Международной тоннельной ассоциацией (ITA: [www.ita-aites.org](http://www.ita-aites.org)), а также с Организацией по экономическому сотрудничеству и развитию (OECD: [www.oecd.org](http://www.oecd.org)) в совместном проекте «Транспортировка опасных грузов через автодорожные тоннели».

Работы по согласованию различных национальных инициатив и разработке общих рекомендаций были продолжены на европейском уровне Объединенной национальной экономической европейской комиссией (UNECE: [www.unepce.org](http://www.unepce.org)). Эта организация объединяет 55 стран и заключает различные соглашения, в особенности касающиеся дорожных знаков и дорожного движения (Венская конвенция), транспортировки опасных грузов (ADR), главных транспортных артерий (AGR), транспортных характеристик и т. д.

В 2000 году UNECE создала мультидисциплинарную группу экспертов по безопасности в автодорожных тоннелях. Окончательный отчет этой группы, включающий все аспекты безопасности — пользователей, эксплуатации, инфраструктуры и транспорта, — был завершен в декабре 2001 года.

Результатом совместных разработок, на основе данных рекомендаций, стало принятие в апреле 2004 года Директивы 2004/54/ЕС Европейского парламента и Совета по минимальным требованиям безопасности для тоннелей трансъвропейской сети автодорог. Большинство стран ЕС законодательно закрепили изложенные в ней принципы в своих нормативных документах.

Директива распространяется на новые и существующие тоннели длиной более 500 м с высокой интенсивностью движения и содержит требования как по техническим, так и по организационным мерам, определяет несколько уровней ответственности за безопасность, а также сроки и объем регулярных инспекций.

Директива основана на комплексной классификации тоннелей, которая сведена в табличную форму. Меры безопасности, приведенные в документе, базируются на рассмотрении всех аспектов системы, состоящей из инфраструктуры, эксплуатации, пользователей тоннеля и транспорта.



## Обобщенная методология анализа рисков

В Директиву 2004/54/ЕС Европейского парламента, кроме простых предписывающих условий, включены требования по проведению анализов рисков.

Директива имеет три приложения:

- меры безопасности (в отношении инфраструктуры, эксплуатации и пользователей);
- техническое обеспечение (документация по безопасности, ввод в эксплуатацию и т. п.);
- дорожные знаки.

Этот документ выдвигает требования по внедрению обязательных технологий, направленных на обеспечение безопасности тоннеля с момента пуска и в течение всего периода эксплуатации.

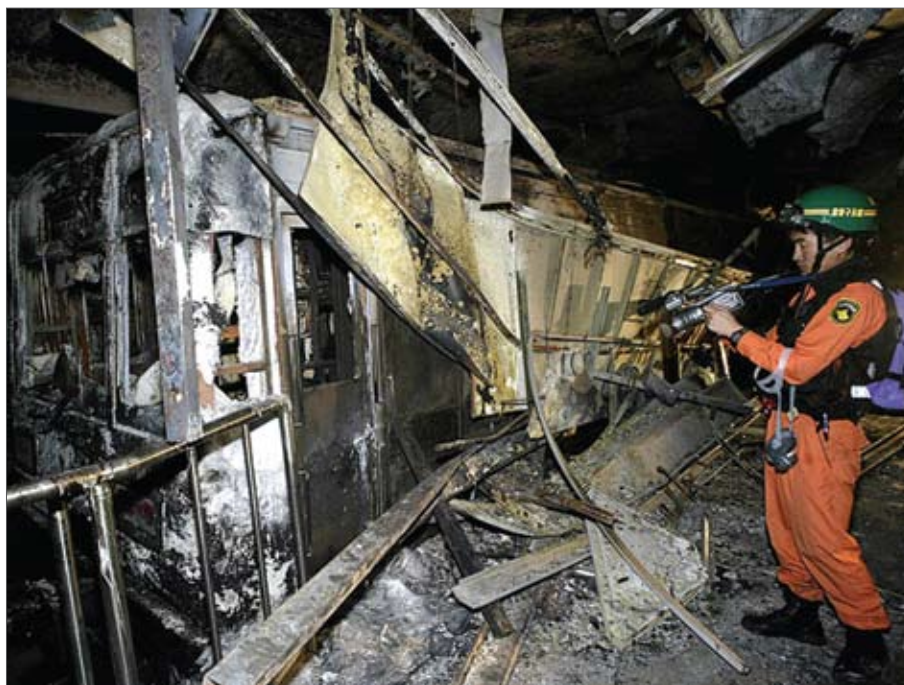
Директива содержит общие требования, которые раскрываются на уровне национальных нормативов.

Нужно отметить, что появление этого документа не изменило методику проектирования в европейских странах, суть которой заключается в индивидуальном подходе к разработке системы безопасности для каждого отдельного тоннеля, а именно: нормы задают общие направления и минимальные требования, а конкретные требования разрабатываются на стадии проектирования, на которой создается концепция обеспечения безопасности каждого объекта.

В нашей стране тоннели длиной более 500 м отнесены к категории технически сложных объектов, к которым предъявляются дополнительные требования по безопасности — например, ГОСТ 22.1.12-2005 «Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений».

Однако в настоящее время в РФ нет федерального нормативного документа для автодорожных тоннелей, обобщающего все требования по безопасности, который распространялся бы и на городские тоннели с большой интенсивностью движения транспорта. Кроме того, существующие отечественные нормативные документы по проектированию, строительству и эксплуатации данных объектов содержат недостаточный объем требований, регламентирующих пожарную безопасность, являющуюся одной из основных составляющих системы безопасности тоннелей.

Для проектировщиков в нашей стране Директива 2004/54/ЕС интересна также в связи с разработкой новых технических регламентов. В соответствии с ней анализ рисков выполняется для нескольких целей, например:



- для осуществления выбора между альтернативными решениями;
- для обоснования отступлений от нормативных требований;
- для проверки общей согласованности проекта и эксплуатации;
- для регламентирования требований по транспортировке опасных грузов через тоннель;
- для выполнения методологического анализа «безопасность — стоимость», позволяющего определить минимальную цену, которая соответствует заданному уровню безопасности или, наоборот, оценить уровень безопасности, соответствующий заданному уровню цены.

Анализ рисков выполняется с учетом статистики аварий и пожаров в существующих тоннелях, а также результатов обширных огневых испытаний (в том числе и в условиях существующих тоннелей).

Проведение анализа рисков требует разработки детальных и точно определенных методологий. В настоящее время методология анализа рисков устанавливается на национальном уровне, например:

- «Специфические исследования рисков» (том 4 «Руководства по составлению документации по безопасности» — методология, разработанная Центром по изучению тоннелей во Франции);
- «Анализы риска, относящиеся к транспортировке опасных грузов» (том 3 «Руководства по составлению документации по безопасности», CETU, Франция;
- IEC, International Standard 60300 — 3-9 «Анализы рисков технологических систем», Швейцария;

- NFPA 551 «Определение оценки риска при пожаре», США;

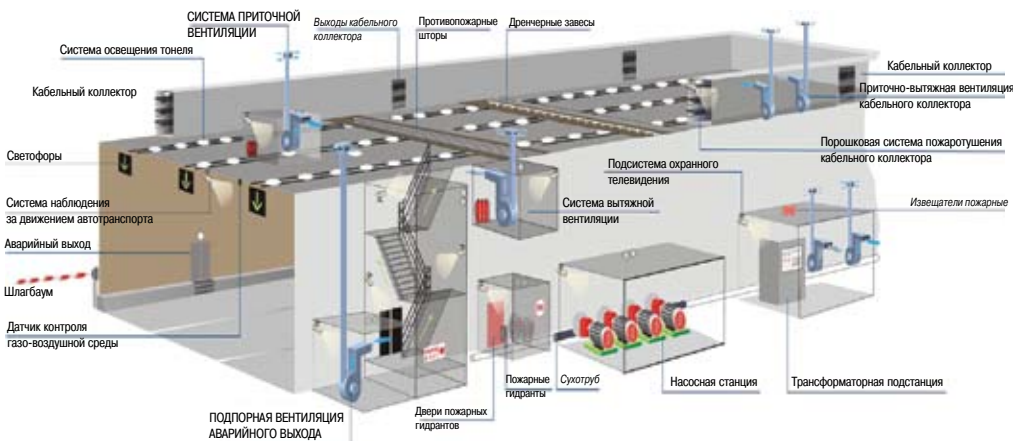
- OECD/PIARC «Модель количественной оценки риска для опасных грузов, транспортируемых через автодорожные тоннели».

Совместно с Европейской комиссией Технический комитет PIARC выполнил обзор национальных методологий и подготовил общие рекомендации.

## Новые европейские категории по перевозке опасных грузов

Авария, в которой участвуют опасные грузы, в тоннеле может превратиться в катастрофу. С другой стороны, запрещение провоза опасных продуктов через тоннели не устранил сам риск, так как для их транспортировки будут использоваться другие маршруты, которые могут оказаться еще более опасными, например тесные городские районы. По этой причине до настоящего времени перед принятием какого-либо проектного решения было необходимо выполнить оценку рисков для маршрутов, проходящих через тоннели, и возможные объездные трассы, а также с целью регламентирования требований по транспортировке опасных грузов через тоннель.

С 1 января 2007 года в Европейское соглашение по международным перевозкам опасных продуктов по автодорогам (ADR) были включены специальные положения, касающиеся тоннелей. Согласно новым правилам, любое ограничение в отношении перевозки грузов должно осуществляться путем присвоения тоннелю одной из пяти категорий:



- категория А: отсутствуют ограничения для транспортировки опасных грузов;
- категория В: ограничения для грузов, которые могут привести к большому взрыву;
- категория С: ограничения категории В плюс ограничения для грузов, которые могут привести к большому токсичному выбросу;
- категория D: ограничения категории С плюс ограничения для грузов, которые могут привести к большому пожару;
- категория Е: ограничения для всех опасных продуктов.

Один и тот же тоннель может быть отнесен к нескольким категориям, например, в зависимости от времени суток, дня недели и т. д.

### Особенности пожаров в тоннелях и правила безопасности

Учитывая всю серьезность возможных последствий от пожаров в подземных сооружениях, к обеспечению безопасности предъявляются особые требования. При проектировании разрабатываются специальные технические условия (СТУ) по противопожарной защите и определению пределов огнестойкости строительных конструкций. СТУ предусматривают объемно-планировочные, конструктивные и инженерно-технические решения, обеспечивающие комплекс мероприятий:

- по предотвращению возникновения и распространения пожара;
- по обеспечению огнестойкости строительных конструкций и инженерных коммуникаций;
- по обеспечению средствами обнаружения и тушения пожара;
- по обеспечению системами противодымной защиты и средствами пожарной безопасности вентиляционных систем;
- по обеспечению безопасной эвакуации людей и автоматическому оповещению о пожаре и управлению эвакуацией;

- по обеспечению пожарной безопасности электроустановок и т. д.

В РФ ведущей организацией по разработке ТУ для подземных сооружений сейчас является ФГУ ВНИИПО МЧС России.

Пожары в тоннелях имеют свои особенности. Они характеризуются тепловыми потоками с плотностью до 100 МВт/м<sup>2</sup> ограниченной интенсивностью отвода тепла конвективными потоками и, как следствие, очень интенсивным возрастанием температуры в зоне горения, до 1200°C в течение первых пяти минут. В этих условиях элементы несущих конструкций, которые чаще всего выполнены из железобетона и стали, испытывают значительные термические напряжения. Локальная температура элементов конструкции может превысить критический предел и привести к частичному разрушению.

При столь высокой интенсивности нагрева влага, присутствующая в бетоне, не успевает диффундировать через поры и превращается в пар, давление которого может достигнуть величины в 22,5 МПа при повышении температуры до 380 °С. В мировой практике для конструкций подземных сооружений из железобетона предельно допустимой принято считать температуру в 300 °С, при которой давление паров воды имеет величину не более 8,7 МПа и термические напряжения в бетоне не достигают критической величины.

Практика показывает, что даже при самых тяжелых пожарах обрушения тоннеля не происходит, однако потери, связанные с последующим простым и ремонтными работами, очень высоки. Они могут быть соизмеримы со стоимостью строительства.

Упомянутый выше пожар 1999 года в тоннеле Монблан бушевал 53 часа, пока не сгорело все, что могло гореть. Сооружение вышло из строя почти на три года. Его восстановление обошлось в 400 млн евро. В ходе ремонта было установлено 120 камер видеонаблюдения, 3680 тепловых датчиков, 37 эвакуационных выходов и станция первой помощи в центре тоннеля.

Именно после этого пожара были разработаны правила безопасности:

- если автомобиль работает на сжиженном газе, необходимо сообщить об этом персоналу тоннеля;
- разрешенная скорость — не менее 50 и не более 70 км/ч;
- дистанция между автомобилями при движении — не менее двух «синих маяков» (150 м);
- дистанция между автомобилями при остановке — не менее 100 м;
- в тоннеле требуется настроиться на радиоволну 103.3 или 107.7 МГц (служебное радио тоннеля);
- не разрешено въезжать в тоннель на неисправном транспорте (дорогостоящая эвакуация осуществляется за счет водителя);
- запрещается остановка в тоннеле без видимой причины.

### Выводы

Обзор европейских разработок в области безопасности автодорожных тоннелей показывает, что в настоящее время в странах ЕС:

- создана единая нормативная база для выполнения комплексных проектов, включающих все аспекты безопасности автодорожных тоннелей по техническим и организационным мерам;
- определены степени и уровни ответственности за безопасность автодорожных тоннелей;
- определены механизм контроля и органы, контролирующие безопасность тоннелей на стадии проектирования, приемки в эксплуатацию и самой эксплуатации;
- определены технология, порядок и регулярность мер, направленных на поддержание и улучшение мер безопасности тоннеля в течение всего срока эксплуатации;
- ведутся работы по созданию единых обосновывающих методик;
- ведется регулярная статистика инцидентов и аварий в существующих тоннелях, данные которой используются на стадии проектирования;
- ведутся работы по реконструкции автодорожных тоннелей для приведения их в соответствие с требованиями последних нормативных документов.

Все это свидетельствует о том, что усиление безопасности стало в последние годы одним из направлений при проектировании, строительстве и эксплуатации транспортных тоннелей и метрополитенов, играющих существенную роль в развитии экономик европейских стран. ■



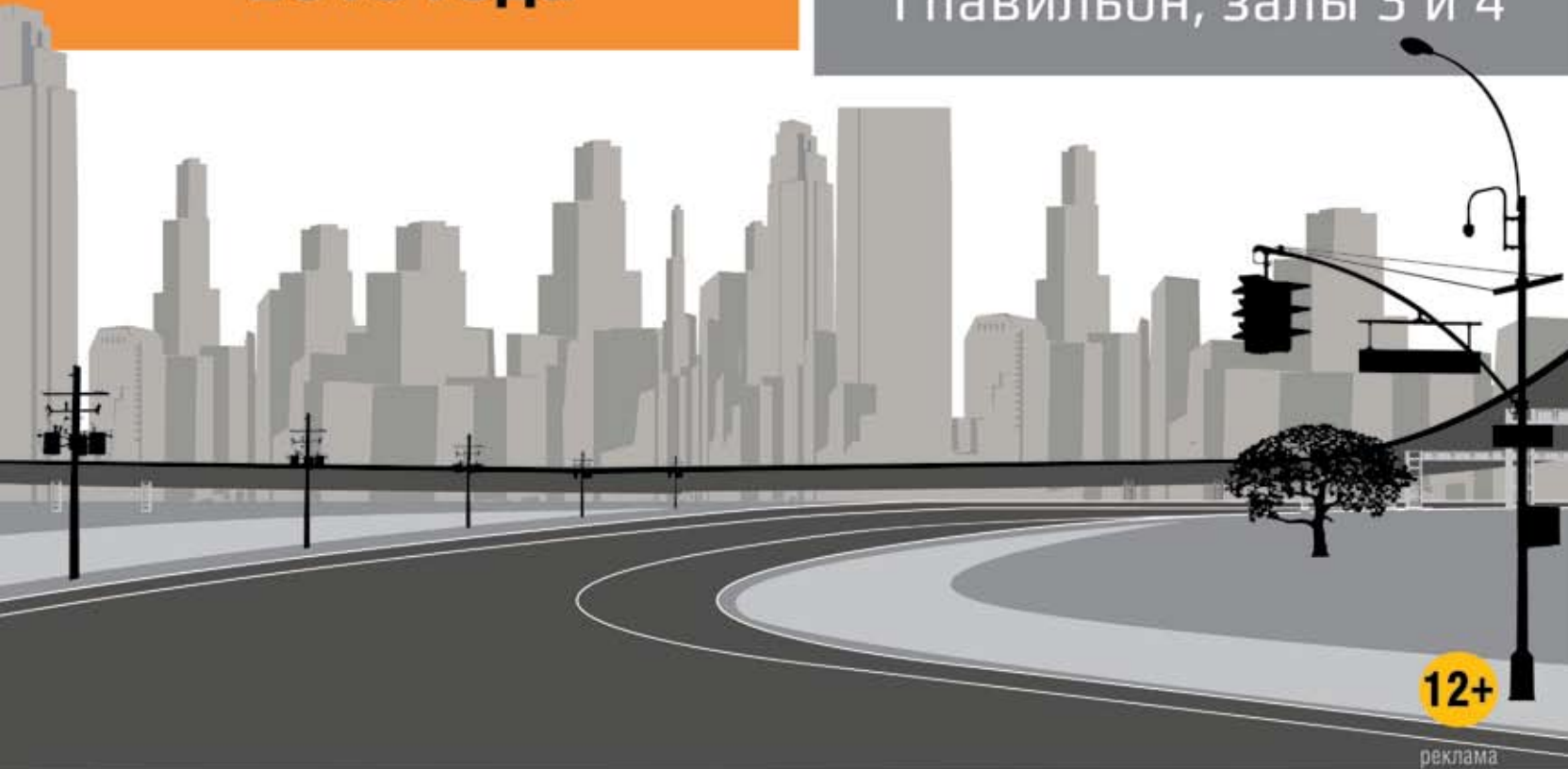


# ДОРОГАЭКСПО

7-я международная специализированная выставка-форум

11-13 октября  
2016 года

Крокус Экспо  
I павильон, залы 3 и 4



12+

реклама

## ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ

Инновации  
Интеллектуальные транспортные системы (ИТС)  
Безопасность дорожного движения, дорожный сервис  
Мосты и тоннели (проектирование, строительство, эксплуатация)  
Дорожно-строительная техника и лизинг

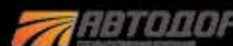
Организатор:



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Минтранс России



РОСАВТОФОНД



Соорганизатор  
деловой программы:



WWW.DOROGAEXPO.RU



М.Е. РЫЖЕВСКИЙ, к. т. н.,  
лауреат премии  
Ленинского комсомола  
в области науки и техники,  
заслуженный  
изобретатель СССР



Крошечные шаги в нужном направлении  
гораздо лучше, чем отсутствие движения вообще.

Из размышлений

## В ПОИСКАХ НЕСТАНДАРТНЫХ РЕШЕНИЙ: МНОГОЯРУСНЫЕ И ДРУГИЕ ТОННЕЛИ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

*Пожалуй, эта история началась в 1818 году, когда английский инженер французского происхождения Марк Брюнель изобрел и запатентовал новый для того времени способ строительства тоннелей в слабых глинистых грунтах с помощью так называемого щита — металлической цилиндрической оболочки, типа бочки. С внутренней стороны ее передняя часть усиливалась вертикальными и горизонтальными перегородками — диафрагмами жесткости, передний торец которых вместе с торцом оболочки выполнял роль ножевого кольца. Горизонтальные перегородки одновременно служили удобными площадками для разработки грунта в верхней части щита. В задней его части располагались домкраты (рис. 1). Как только грунт разрабатывался и выбирался из-под ножевого кольца, домкратами оболочка перемещалась (вдавливалась на место выбранного грунта). В задней части щита, за домкратами, собиралась тоннельная обделка, которая и служила опорным кольцом для передвижения.*



**П**редложенный способ впервые был успешно опробован в 1825 году в Англии при строительстве тоннеля под Темзой. И хотя он строился практически 17 лет, щитовая проходка отлично зарекомендовала себя как эффективный метод сооружения тоннелей в слабых грунтах. С этого момента метод беспрерывно развивался.

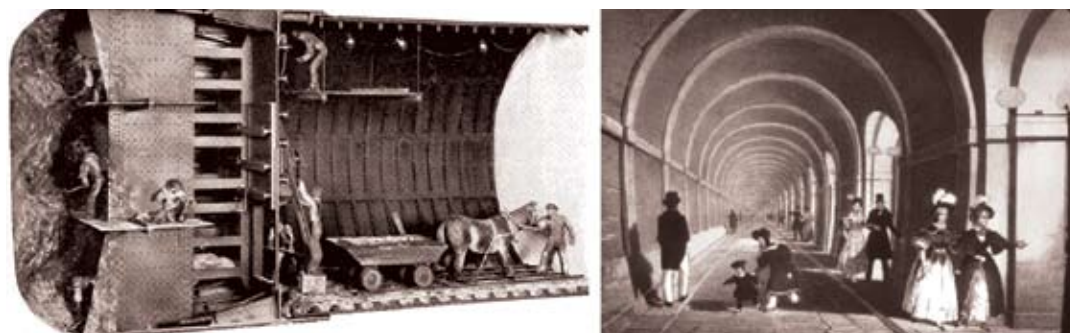


Рис. 1. Графическое изображение проходки тоннеля щитовым способом и вид тоннеля под Темзой

Востребованность щитового метода проходки тоннелей стала толчком для интенсивного развития самих щитов. И очень скоро щит являлся уже не просто проходческой рамой с защитной оболочкой, а целым комплексом, в котором практически все операции стали механизированными.

Со временем и этого оказалось мало. Появилась необходимость строить тоннели в очень сложных геологических условиях, например в обводненных песчано-глинистых грунтах. В этом случае сам щитовой комплекс требовалось защищать от проникновения грунтовых вод и плавунных грунтов. Кроме того, необходимо было разработать специальные материалы и методы, позволяющие минимизировать осадки дневной поверхности из-за непрогнозируемых деформаций грунта вокруг щита. Так появились щитовые комплексы с активным пригрузом породы. Это щиты с грунтпригрузом и гидрпригрузом. Они стали особенно востребованы в городских условиях, где предъявляются жесткие требования к осадкам дневной поверхности.

Одновременно наметилась тенденция и к увеличению диаметра тоннелей. «Традиционный» малый диаметр не вмещал необходимых габаритов развивающегося железнодорожного транспорта, равно как не обеспечивал и проезд более чем двух автомобилей. Если, казалось бы, еще вчера щитовые комплексы диаметром 5–6 м казались гигантами, новые требования к размерам тоннелей инициировали разработку щитов диаметром 10 м и более. Теперь в тоннелях стало можно устроить двухполосное движение для любого вида транспорта.

В 1994 году в Японии через пролив впервые строится автодорожный тоннель Trans Токуо Вау диаметром более 13 м (см. табл. 1). Для него компании Kawasaki, IHI Mitsubishi и Hitachi производят щиты рекордного диаметра 14,1 м.

А уже в 1997 году немецкая компания Herrenknecht строит щит диаметром 14,2 м для двухполосного автодорожного тоннеля в Гамбурге. (Позднее этот же щит был доставлен в Москву для строительства сначала Лефортовского, а затем Серебряноборского тоннеля, рис. 2).

Гонка за наибольший диаметр продолжается, и в 2000 году NFM Technologies (Франция) выпускает щит диаметром 14,9 м для строительства первого двухуровневого тоннеля Groene Hart в Нидерландах. Далее компания модернизирует этот щит для проходки автодорожного тоннеля Shang Zhong Road Subaqueous в Китае.

В 2006-м лидером гонки за максимальный диаметр вновь становится Herrenknecht. Компания строит щит с

**Тоннели самого большого диаметра до 2015 года**

2015	Hong Kong	Tuen Mun-Chek Lap Kok subsea highway link	Herrenknecht Mixshield	17,6
2015	China	Wuhan Metro road/metro river crossing	Herrenknecht Mixshield	15,8
2013	China	Shouxhiou Lake highway tunnel	Herrenknecht Mixshield	14,9
2013	Italy	Caltanissetta highway tunnel Sicily	NFM Technologies, EPBM	15,1
2013	New Zealand	Water view highway connection, Auckland	Herrenknecht EPBM	14,4
2012	China	Shanghai Hongmei road tunnel	Herrenknecht Mixshield	14,9
2011	China	Shanghai West Changing Yangtze river road tunnel	Herrenknecht Mixshield	15,4
2011	USA	Alaskan Way highway replacement tunnel	Hitachi Zosen EPBM	17,5
2011	China	Weisan road tunnel, Najing	Mitsubishi Slurry TBM	14,9
2011	Italy	A1 Sparvo highway tunnel	Herrenknecht EPBM	15,6
2010	Spain	Seville SE40 highway tunnel	NFM Technologies EPBM	14,0
2010	China	Hangzhou Qianjiang under river tunnel	Herrenknecht Mixshield	15,4
2009	Russia	Orlovskij under river road tunnel (not constructed)	Herrenknecht Slurry TBM	19,3
2009	China	Yiengbinsan road tunnel, Shanghai	Mitsubishi EPBM	14,3
2008	China	Nanjing Yangtze river tunnel	Herrenknecht, Mixshield	14,9
2007	China	Bund tunnel, Shanghai	Mitsubishi EPBM	14,3
2006	China	Jungong road subaqueous tunnel, Shanghai	NFM Slurry shield	14,9
2006	China	Shanghai Changjiang under river highway tunnel	Herrenknecht Mixshield	15,4
2006	Canada	Niagara Water Diversion tunnel	Robbins hard rock TBM	14,4
2004	Russia	Moscow Serebriany Bor mix double deck tunnel	Herrenknecht/Mitsubishi	14,2
2004	China	Shangzhong Road Subaqueous tunnel	NFM Technologies	14,9
2004	Japan	Tokyo metro	IHI Mitsubishi	14,2
2001	Russia	Moscow Lefortovo road tunnel	Herrenknecht	14,2
2000	Netherlands	Groene Hart double deck rail tunnel	NFM Technologies	14,9
1997	Germany	Hamburg 4th Elbe river Highway tunnel	Herrenknecht	14,2
1994	Japan	Trans Tokyo Bay Highway Tunnel	Kawasaki, IHI Mitsubishi Hitachi	14,1



Рис. 2. Тоннели в Москве – Серебряноборский и Лефортовский

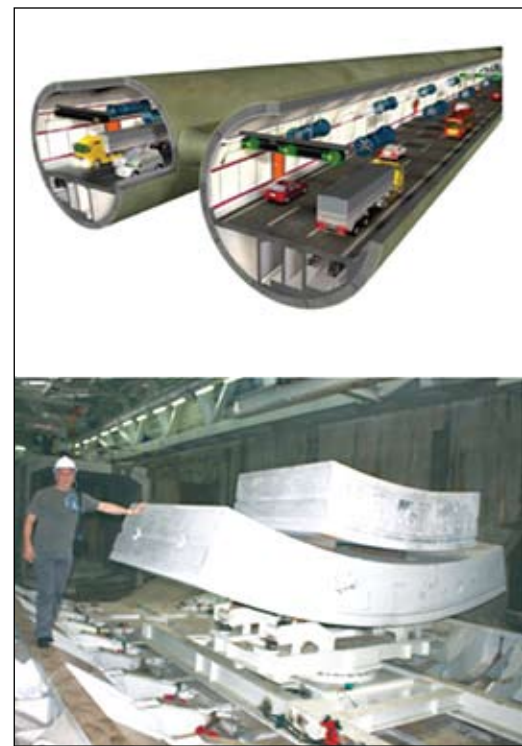


Рис. 3. Тоннели диаметром 15,4 м под р. Янцзы в Китае

гидропригрузом диаметром 15,4 м для проходки автодорожных тоннелей Shanghai Changing под р. Янцзы в Китае. Эти тоннели — двухуровневые и имеют двойное назначение. На верхнем уровне размещаются три полноценные (3,6 м шириной) полосы для движения любого вида автотранспорта, а в нижнем уровне (в центральном отсеке) проходит электропоезд метро.

Справедливости ради надо отметить, что такой же двухуровневый концепт был ранее (2004) реализован в России на Серебряноборском тоннеле (см. рис. 2). Правда, тоннель был диаметром 14,2 м, и на верхнем уровне располагалось только две полноценные полосы движения автотранспорта. Третья полоса (как и в Лефортовском тоннеле) — всего 3,2 м шириной и, по идее, должна использоваться только для проезда служебного транспорта в аварийной ситуации, как и в тоннеле под Эльбой в Гамбурге.

Итак, щит с гидропригрузом диаметром 15,4 м компании Herrenknecht оставался лидером до 2015 года. Но, как показало время, и этого было мало. Появилась необходимость строить тоннели гораздо большего размера.

В 2010 году Невская концессионная компания (НKK) и, позднее, «ПЛАТО Инжиниринг» предприняли попытку спроектировать самый большой тоннель в мире — диаметром 19,3 м. Этот городской автодорожный тоннель планировалось построить в Санкт-Петербурге под Невой. Он предполагался двухуровневым (даже трехуровневым, если считать коммуникации). В двух уровнях должно было располагаться по три полноценные полосы для движения транспорта, шириной по 3,6 м. Самый нижний (третий) уровень предполагалось использовать для всех коммуникаций и для аварийной эвакуации — в этом случае предусматривался переход людей с уровня на уровень (рис. 4).

### Из воспоминаний

*В 2009 году я еще работал в Арабских Эмиратах, в Дубае. В сентябре мне предложили возглавить готовящийся новый (второй) проект Орловского тоннеля в качестве технического директора Невской концессионной компании. Готовясь подписать контракт, я узнал, что однажды Орловский тоннель уже был запроектирован компанией ГАЛС. Новый проект предполагал строительство тоннеля примерно в том же створе, что и первый. В соответствии с проектом ГАЛС, тоннель под Невой предполагали строить щитовым способом, а для реализации задания города, в обеспечение полноценного двухполосного движения транспорта в обоих направлениях, при строительстве тоннеля хотели использовать щит с активным пригрузом забоя диаметром 14,2 м. Именно щит такого диаметра позволяет разместить в тоннеле две полосы для движения транспорта в соответствии со всеми международными стандартами. Более того, по некоторым данным, в качестве такого щита хотели за основу взять тоннелепроходческий комплекс фирмы Herrenknecht диаметром 14,2 м, которым, на тот период времени, были уже успешно пройдены тоннель в Гамбурге под Эльбой и два московских тоннеля, Лефортовский и Серебряноборский.*

*Проект компании ГАЛС, казалось, являлся с технической точки зрения безупречным, но встретил сопротивление жителей города из-за необходимости проведения тоннелепроходческих работ в районе Апрельской улицы, где, кроме крупного жилого массива, находится подземный природный резервуар питьевой воды. Кроме того, запланированные две полосы движения в каждом направлении не обеспечивали в перспективе транспортных*

Разработка проекта самого большого в мире по ширине тоннеля, получившего название «Орловский тоннель», была успешно завершена в первой половине 2010 года. Проект прошел государственную экспертизу и получил положительную оценку международной экспертной компании COWI, но по финансовым причинам тоннель не был построен. Тем не менее, щит диаме-





Рис. 4. Предлагаемые варианты тоннеля диаметром 19,3 м

потребностей мегаполиса. Это мнение город высказал после проведения экспертизы проекта ГАЛС компанией Mott MacDonald. В результате технические требования к новому проекту изменились — в частности, тоннель должен был обеспечивать трехполосное движение транспорта в каждом направлении и не выходить на Апрельскую улицу.

В конце 2009 года город объявил о подготовке нового тендера. К нему стали готовиться несколько крупных международных игроков рынка, среди которых была известная французская компания Vinci. Она, в свою очередь, искала для участия в этом тендере российских партнеров. У нас в НКК были свои виды на этот проект, и мы решили объединиться с французами, имея в виду, что совместная тендерная заявка окажется и технически, и политически более мощной. Первая встреча с Vinci, которая произошла в Париже в головном офисе компании, убедила французских коллег, что НКК владеет вопросом, и предложенные нами предварительные технические решения являются более проработанными, с точки зрения знания городской транспортной обстановки и геологической ситуации. На следующей встрече, уже в Санкт-Петербурге в офисе НКК, было решено идти на тендер совместно, при этом за основу взять наш вариант.

На тот период времени мы с французами предлагали сооружать тоннель щитовым способом, с использованием уже существующего (в Китае) щита с гидропригрузом диаметром 15,4 м. Вариант, на первый взгляд, получался совсем неплохим, но пугали сроки сооружения подводной части тоннеля с

помощью одного щита и, главным образом, объем работ по сооружению стен в грунте на правом и левом берегах. Мы предположили, что один тоннель, но большего диаметра, станет более эффективным и, безусловно, сократятся сроки строительства. После предварительной прорисовки оказалось, что для соблюдения всех требований города тоннель должен иметь внешний диаметр 18,65 м, а щит для его сооружения — 19,3 м. Французы сразу заявили, что такой щит никто не сделает. Мы обратились сразу во все ведущие мировые компании-производители щитовых комплексов. К удивлению наших французских коллег, две самые известные компании, Herrenknecht и IHI Mitsubishi corporation, согласились сделать такой щит с определенными гарантиями. Более того, Herrenknecht даже готов был выступить соинвестором данного проекта, тем самым полностью гарантируя, что щит будет рабочим. Французы опять засомневались и заявили, что на щите таких размеров не сможет работать ни одна из мировых компаний. И тут они ошиблись.

По рекомендациям Herrenknecht мы обратились в пять известных компаний — мировых лидеров тоннелестроения. Все они были готовы разделить риски, связанные с сооружением тоннеля. Тем не менее, все строительные риски мы оценили сами и одновременно обратились с этим вопросом к итальянской компании Geodata — одной из наиболее известных мировых фирм по оценке рисков в тоннелестроении. Итальянцы подтвердили, что риски при сооружении одного большого тоннеля будут даже меньше. Так мы остановились на варианте со щитом диаметром 19,3 м.

тром 19,3 м был запроектирован и даже начал строиться. Практически одновременно с Орловским тоннелем автор данной статьи предложил несколько других концептуальных решений для щита-рекордсмена. В частности, предлагалось использовать его для проходки тоннелей под рекой Лена в Якутске, к острову Сахалин, через Берингов пролив и, наконец, через Керченский

пролив. Во всех этих случаях в одном тоннеле можно было бы совместить железнодорожный и автомобильный пути. Например, как это показано на рис. 4, на нижнем уровне легко и в соответствии со всеми международными стандартами размещаются два железнодорожных пути, а на верхнем уровне организуется трехполосное автомобильное движение. Центральная

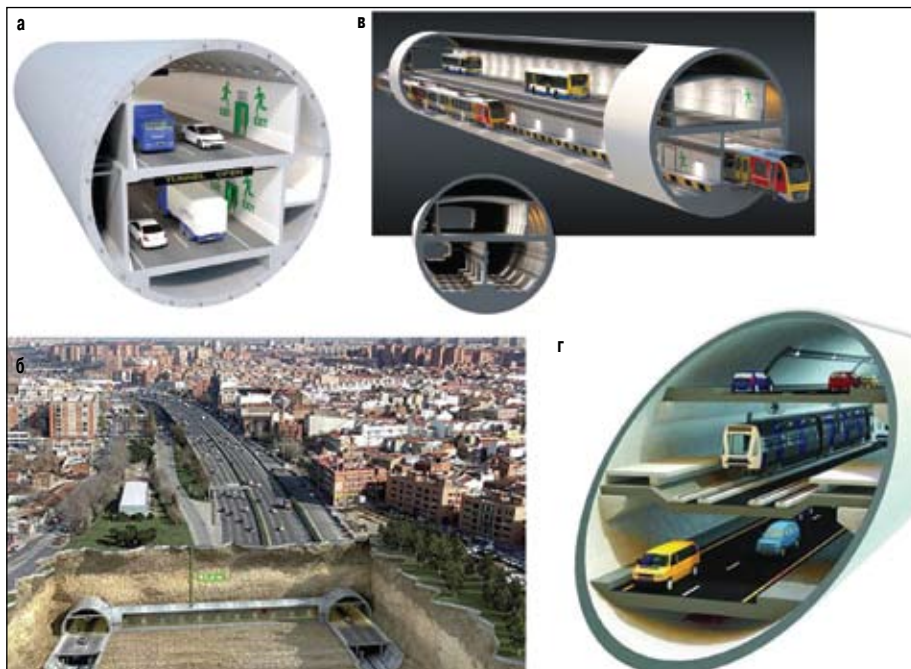


Рис. 5. Двух- и трехуровневые тоннели большого диаметра (а — тоннель в Сиэтле, США; б — тоннель ВаТ в Австралии; в — тоннель М30 в Мадриде; г — трехуровневый автодорожный тоннель в Стамбуле)

полоса может быть в реверсивном исполнении. Кроме того, предлагалось использовать подобный щит для строительства двухуровневых станций метро. Однако, по разным причинам, все эти варианты не получили поддержки, после чего проект строительства щита также был закрыт.

До 2011 года тоннель диаметром 15,4 м был самым большим в мире. Однако проектные разработки крупнейших мировых компаний-производителей щитовых комплексов убедительно показали возможность строительства щитов с активным пригрузом забоя гораздо большего диаметра. И вот уже в 2011-м в Сиэтле (США) строится Alaskan Way — первый в мире тоннель диаметром 17,5 м, при этом используется тоннелепроходческий комплекс с грунтопригрузом компании Hitachi (рис. 5). Не отстает и безусловный лидер этой гонки, немецкая компания Herrenknecht, и для тоннеля в Китае строит щит диаметром 17,6 м, но уже с гидропригрузом. Уверен, что в ближайшие годы все эти рекорды будут побиты, и щиты диаметром больше 20 м станут реальностью.

На этом можно было бы поставить точку, но хотелось бы рассказать еще о нескольких проектах, которые в той или иной мере представляют интерес для туннельщиков.

После долгих дискуссий правительство округа Квинсленд (Австралия) в ноябре 2013 года приняло решение строить в городе Брисбен двухуровневый автодорожный тоннель диаметром 14,8 м и длиной около 4 км. На верхнем уровне тоннеля должны находиться две полосы для проезда автобусов, а на нижнем — размещаться две железнодорожные колеи. Именно поэтому тоннель и получил название ВаТ, что в переводе с английского означает «автобус и поезд» (см. рис. 5б). Примерная стоимость тоннеля состав-



Рис. 6. Тоннель Smart в Куала-Лумпуре, Малайзия

ляла около 5 млрд долларов, но в марте 2015 года проект был канцелирован.

Еще один пример — уже построенный двухуровневый тоннель на скоростной кольцевой дороге М30 в Мадриде (рис. 5 в). Он был пройден с помощью щита с грунтопригрузом диаметром 15,2 м. На верхнем уровне расположены три полноценные полосы для любого автотранспорта, включая двухэтажные автобусы. Нижний уровень предназначен для коммуникаций и проезда в тоннель специального автотранспорта. Также по нижнему уровню возможна эвакуация людей в случае аварийных ситуаций.

После двух удачно построенных тоннелей под проливом Босфор (см. ниже) турецкое правительство объявило о новом амбициозном проекте. На этот раз под Босфором планируется построить трехуровневый тоннель диаметром 16,8 м (рис. 5 г). Он будет расположен на глубине от 60 до 65 м от поверхности воды, а его длина составит около 6,5 км. Интересен этот проект и нетрадиционным подходом, ведь все три уровня тоннеля будут транспортные. При этом на верхнем и нижнем уровнях будут расположены по две полосы для автотранспорта, а на среднем — отсек метро для двух поездов.

В заключение этого обзора хотелось бы рассказать еще о трех известных туннельных проектах. Хотя они и не входят в число самых крупных, но интересны своим нетрадиционным концептом.

Первый — тоннель Smart в Малайзии, в Куала-Лумпуре (рис. 6). Длина его — 9,7 км, диаметр — 13,2 м. Фактически тоннель является трехуровневым. Два верхних уровня предназначены для проезда автотранспорта, а нижний в сезон дождей используется для пропуска воды. Тоннель, в зависимости от сезона и погодных условий, может работать по-разному. В сухое время года нижний уровень не используется, на нем





Рис. 8. а, б — автодорожный тоннель под проливом Босфор в Турции; в — визит на объект, г — авторский вариант аналогичного тоннеля под Керченским проливом



Рис. 7. Тоннель на скоростной магистрали А86 в Париже

могут проводиться профилактические работы, он также может быть задействован для экстренной эвакуации людей. В сезон дождей, когда городской дренаж не справляется с объемом ливневых вод, нижний уровень становится дополнительным дренажным тоннелем. Наконец, в момент крупных наводнений открываются затворы, расположенные в верхних уровнях, и тоннель полностью выполняет только дренажную функцию. Именно за это изящное инженерное решение он и получил название Smart.

Второй проект интересен своей экономичностью. Это 10-километровый тоннель на скоростной кольцевой дороге А86 в Париже (рис. 7). Он сдан в эксплуатацию в 2011 году. Тоннель является двухъярусным с внутренним диаметром 10,4 м. Инженерам удалось в таком сравнительно малом диаметре разместить на каждом уровне по три полосы. Две из них — шириной по 3 м — и предназначены для проезда только легкого транспорта высотой не более 2,0 м, а третья — 2,5 м и предназначена для аварийной остановки или про-

### Из воспоминаний

Босфорский проект стал мне особенно интересен. Я работал над вариантами тоннеля под Керченским проливом, тут и пришло приглашение от моих друзей и коллег посетить их и увидеть проходку турецкого тоннеля. Одним из разработанных мною вариантов был тоннель внешним диаметром 16 м. Он также предполагался двухуровневым, но с комбинированным движением (рис. 8 г). На нижнем уровне располагался бы один железнодорожный путь, а на верхнем ярусе — также две полноценные полосы для любого вида автомобильного транспорта. Казалось бы, что тут общего? Но оба эти проекта (турецкий уже был закончен на 70%) предполагали размещение тоннеля на глубине более 60 м, строились одним и тем же щитовым способом в близких по строению геологических условиях, располагались практически напротив друг друга в одном море и оба находились в сейсмически опасных районах, пересекали зоны разломов. Безусловно, я принял приглашение своих друзей и на месте изучал все особенности строительства этого тоннеля, которые впоследствии легли в основу моих предложений.

*Дорогу осилит идущий!* Как показывают опыт и описанные выше примеры реализованных тоннельных проектов, нет недостижимых целей — есть «высокий коэффициент лени, недостаток смекалки и запас отговорок».

езда служебного автотранспорта. Эвакуация людей в случае экстремальных ситуаций производится через специальные шахты, расположенные с шагом до 500 м по длине тоннеля. Выход в шахты организован с двух уровней.

Третий проект — недавно достроенный автодорожный двухуровневый тоннель в Турции под Босфором. В отличие от первого тоннеля под проливом, строившегося методом погружных секций, этот сооружался щитовым методом с использованием проходческого комплекса с гидропригрузом компании Herrenknecht. Диаметр щита был 13,6 м. ■

Mikhail Ryjevski  
 Laureate of Lenin Komsomol  
 Prize in Science and  
 Technology  
 Honoured Inventor of the Soviet  
 Union

# IN SEARCH OF INNOVATIVE SOLUTIONS: MULTI-LEVEL AND OTHER LARGE DIAMETER TUNNELS



*Perhaps, this story began in 1818, when Marc Brunel, a British engineer of French origin, invented and patented a new method of constructing tunnels in weak clay soils with the aid of a shield — a cylindrical metal shell resembling a barrel. On the inside, the front of the shield was reinforced with vertical and horizontal partitions — diaphragms for stiffness, which also serve as soil cutters. The horizontal partitions also served as convenient platforms for the processing of the soil in the upper part of the shield.*

The back of the shield contained jacks. As soon as the soil was processed and came out from the cutting ring, the shield was driven by the jacks. Tunnel lining was formed in the back of the shield, behind the jacks.

This construction method has been successfully tested for the first time in 1825 in England for the construction of a tunnel under the Thames. Although it took almost 17 years to build the tunnel, the shield established itself as an effective method of tunnel construction in soft soils. From then on, this method continuously evolved.

The wide usage of the shield tunneling construction method prompted an intense development of the shields themselves. Soon, the shield became not only a tunneling frame with a protective sheath, but an entire complex, in which almost all operations became automated.

Over time, even this complex was not enough. There was a need to build tunnels in difficult geological conditions, such as flooded sand—clay soils. In these instances, the complex itself needed to be protected from the penetration of ground water and quicksand soil.

Furthermore, there was a need to develop special materials and methods to minimize the settlement of the surface due to unpredictable deformations of the soil around the shield. This is how shields with active pressure to the soil, such as slurry, and earth pressure machines have been developed. These shield complexes became especially utilized in urban areas, where there are stringent requirements regarding surface settlement.

Around the same time, there was a tendency towards increasing tunnel diameters. The traditional "small diameter" could not accommodate the growing dimensions of

railway transportation, nor could it fit more than two cars. If yesterday shield complexes with a diameter of 5–6 m seemed giant, new requirements for the size of tunnels promoted the development of shields with a diameter of 10 m or more. Nowadays, tunnels can accommodate two-way traffic for any method of transportation.

In 1994, the Trans Tokyo Bay tunnel is built through a straight in Japan for the very first time. The tunnel has a diameter of more than 13 m. Kawasaki, IHI Mitsubishi and Hitachi companies produce rare shields with a diameter of 14.1 m for this tunnel.

As early as 1997 the German company Herrenknecht builds a shield with a diameter of 14.2 m for a two-lane transportation tunnel in Hamburg.

The contest for a shield with the largest diameter continues, and in the year 2000, NFM



Technologies (France) produces a shield with a diameter of 14.9 m for the construction of the first two-level He Groene Hart tunnel in the Netherlands. Subsequently, the company upgrades the shield for the automotive Shang Zhong Road Subaqueous tunnel in China.

In 2006, Herrenknecht becomes the leader yet again in the contest for the largest diameter shield. The company builds a slurry shield with a diameter of 15.4 m for automotive tunnels Shanghai Changing under the river Yangtze in China. These two-level tunnels have a dual purpose. The upper level consists of three lanes, 3.6 m wide, accommodating any automotive transportation, while the lower level, (in the central section), is designated for the subway train.

In all fairness, it should be noted that a two-level Serebrinij Bor tunnel was built prior to this—in 2004. However, the tunnel was 14.2 meters in diameter and the upper level consisted of only two full lanes. The third lane was only 3.2 m wide and, in theory, should only be used for service vehicles in case of an emergency. The Lefortovo tunnel and the tunnel under Elbe in Hamburg contain similar sized third lanes.

The 15.4 m slurry shield produced by Herrenknecht remained the largest shield until 2015. However, as the necessity to build much larger tunnels arose, even this size became too small.

In 2010, Nevskaya Concession Company (NCC) and, later, Plateau Engineering attempted to design the largest tunnel in the world – with a diameter of 19.3 m. This transportation tunnel was to be built in St. Petersburg, under the Neva River. The tunnel was supposed to consist of two-levels (three-levels if communication was accounted for). Each of the two levels was to consist of three full lanes with a width of 3.6 m each. The lowest (third) level was to be used for communication and emergency evacuation – which would have provided a pedestrian passage from one level to another.

Planning of the largest width tunnel in the world, known as "Orlovsky Tunnel", had been successfully completed in the first half of 2010. The project had passed the state examination and received a positive evaluation by the international People expert company COWI, but due to financial reasons, the tunnel was not built.

However, the 19.3 m diameter shield was designed and had already begun to be built. Almost simultaneously with the Orlovsky Tunnel, the author of this article proposed several other conceptual applications for the shield. In particular, it was proposed to use it for the tunnel under the River Lena in Yakutsk,

## From the Memoirs

*In 2009, I was still working in the United Arab Emirates, in Dubai. In September, I was asked to lead the new (second) Orlovsky tunnel project, as a technical director of the Neva Concession Company.*

*In the process of signing the contract, I found out that the Orlovsky Tunnel has, once before, been designed by GALS company. The new project involved the construction of the tunnel in roughly the same location as had been suggested by the first design.*

*In accordance with the GALS project, the tunnel under the Neva River was to be built using a shield method. To satisfy the city's request of building a transportation tunnel with two full lanes in each direction, the intent was to use a slurry shield with a diameter of 14.2m.*

*A shield of precisely this diameter would allow the tunnel to hold two vehicle lanes, that are in accordance with all international standards. Data suggests that the Herrenknecht 14.2 m tunnel complex was to be used as such a shield. This complex had, at the time, already been used to build the tunnel under Elbe in Hamburg, as well as the two tunnels in Moscow: Lefortovo and Serebryanyi Bor.*

*From a technical perspective, GALS company's project had no issues, but it received resistance from the city's residents, as the tunneling work would have had to take place in the area of April street, which in addition to being a large residential neighborhood, had an underground natural drinking water reservoir.*

*In addition, two vehicle lanes in each direction would not have met future transportation needs of the metropolis. The city expressed this opinion after GALS project was assessed by Mott MacDonald. As a result, the technical requirements of the new project have changed. In particular, the tunnel was to consist of three lanes in each direction and was not to exit onto April street.*

*In late 2009, the city announced the upcoming new tender. Several major international players, including the well-known French company Vinci were preparing to bid for the project. Vinci sought a partnership with a Russian company in order to participate in the tender.*

*Our company, NCC, had its own views on the project, and so we decided to partner up with the French company, bearing in mind that the joint tender would be both technically and politically more powerful.*

*The first meeting with Vinci, which took place at the company's head office in Paris, convinced the French colleagues that NCC's preliminary technical solutions are superior, as NCC has a better knowledge of the urban transportation situation and the city's geological conditions. At the following meeting at NCC's office in St. Petersburg, the companies decided to submit a joint tender taking NCC's proposed design.*

*During that period of time, We (NCC) and Vinci proposed to build a tunnel using an already existing (in China) slurry shield with a diameter of 15.4 m. At first glance, the proposal was pretty good, but we feared the tight deadlines for the construction of the underwater part of the tunnel with a single shield and, mainly, the large amount of work required for the construction of walls in the soil on the right and left banks.*

*We hypothesized that one tunnel of a larger diameter would be more effective, and would certainly reduce construction time. After the initial draft, we came to the conclusion that to comply with all the city requirements the tunnel must have an outside diameter of 18.65 m, requiring a shield of 19.3m for its construction.*

*The French announced that no one will build a shield of such size. We immediately turned to all the world's leading manufacturers of shield complex systems. To the surprise of our French colleagues, the two most reputable companies, Herrenknecht IHI and Mitsubishi, agreed to make such a shield with certain warranties in place. Moreover, Herrenknecht was even ready to become a co-investor of the project, thus fully guaranteeing the shield's workability. The French, once again, began to express concern stating that no world renown company would be able to work on a shield this size. They were wrong once again.*

*Based on Herrenknecht's recommendations, we consulted five world's leading tunnel construction companies. They were all prepared to share risks associated with the construction of the tunnel. However, we assessed all construction risks ourselves, simultaneously seeking advice from the Italian company Geodata- one of the most world's most renown firms in the assessment of tunnel construction risks. The Italians have confirmed that the risks associated with the construction of one large tunnel would be even smaller than we had estimated. As such, we decided to proceed with our proposed solution involving the 19.3m diameter shield.*



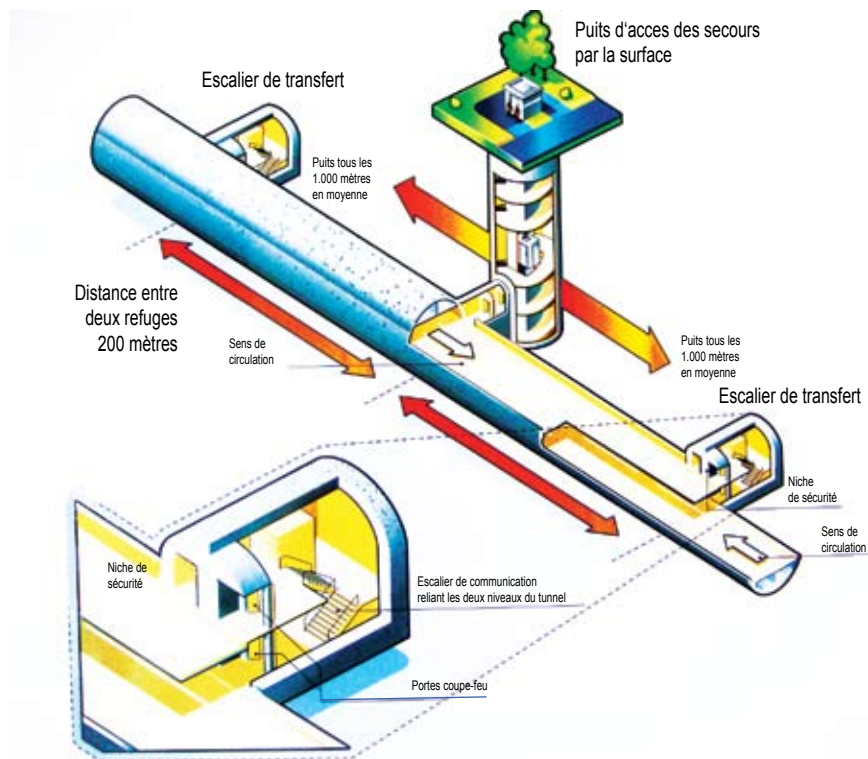
North-Western Tunnel in Moscow



Lefort tunnel in Moscow



Yangtze River Tunnel



to the island of Sakhalin , across the Bering Strait , and finally through the Kerch Strait.

In all the proposed cases, the tunnel would accommodate rail traffic and automotive traffic.

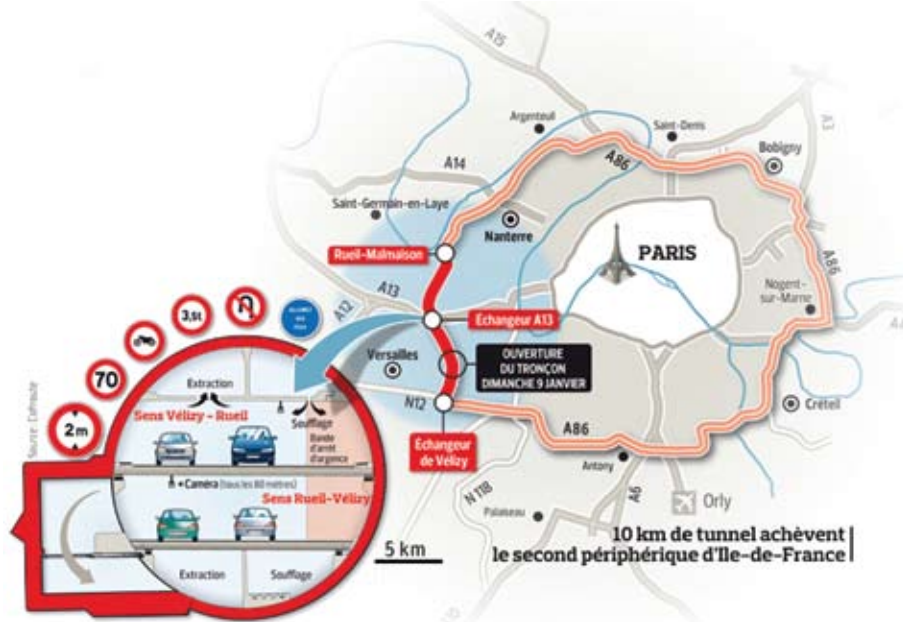
For example, the lower level could easily accommodate, in accordance with all international standards, two railway tracks, and the upper level could hold three lanes for vehicular traffic. The middle lane could be going in the opposite direction.

In addition, the usage of a similar shield for the construction of a two-level underground subway station was proposed. However, for various reasons, none of these suggestions received support, and the construction of the shield terminated.

Until 2011, a tunnel with a diameter of 15.4 m was the largest in the world. However, design projects by the largest world manufacturers of shield complexes convincingly demonstrated the possibility of building shields with active pressure to the soil of a much larger diameter. Already since 2011, in Seattle (USA), the Alaskan Way tunnel, the world's first tunnel with a diameter of 17.5 meters, is being built. An earth pressure balance TBM, produced by Hitachi company is being used for the tunnel construction. The German company Herrenknecht, an undisputed leader of the contest for building the largest shield, is also building a shield (a slurry shield this time) with a diameter of 17.6 m. I am convinced that in the coming years, all these records will be beaten, and shields with a diameter of greater than 20 m will be a reality.

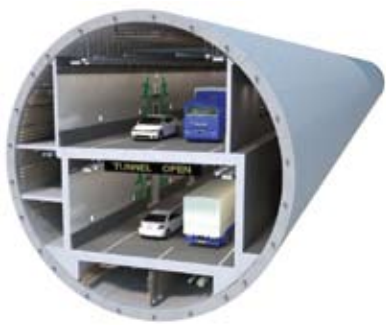
The story could have been complete here. However, there are several other projects that could be of interest to tunnel builders.

After long discussions, in November 2013, the county government of Queensland (Australia) has decided to build in Brisbane a two-level transportation tunnel with a diameter of 14.8 m and a length of about 4 km. The top level of the tunnel would consist of two lanes for buses, and the lower level would accommodate two railway tracks. For that

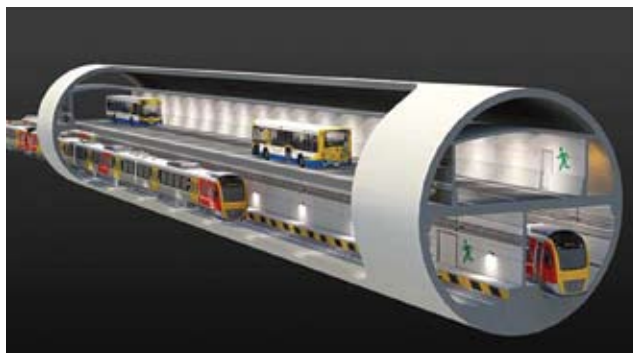


A86 West Tunnel, France

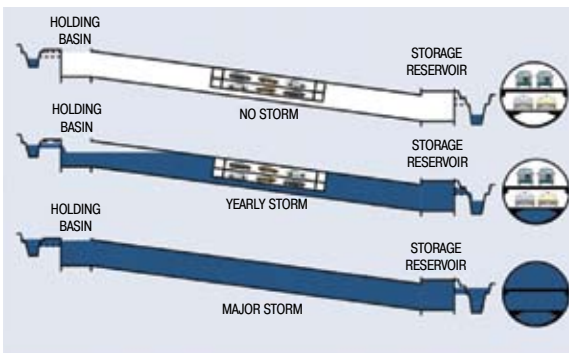




Seattle tunnel



Tunnel was called "BaT"



SMART Tunnel

reason the tunnel was called "BaT" — bus and train. The tunnel was to cost approximately \$5 billion. However, the project was cancelled in March of 2015.

Another example – The existing two-level tunnel on the M30 ring road in Madrid. It was built using an earth pressure balance shield with a diameter of 15.2 m. The upper level of the tunnel accommodates three full lanes for any mode of transportation, including double-decker buses, while the lower level is reserved for communication and the passing of special vehicles. The lower level also provides an evacuation passage for people, in case of emergencies.

After two successful tunnels under the Bosphorus straight (see below), the Turkish government has announced a new ambitious project. This time they plan to build a three-level tunnel with a diameter of 16.8 m under the Bosphorus straight. The tunnel will be located at a depth of 60 to 65 m below the water surface, and its length will be approximately 6.5 kilometers.

This project is especially interesting due to the fact that all three levels will be used for vehicle transportation. The upper and lower levels will contain two lanes for vehicle transportation, while the middle level will provide space for a subway with two trains.

In conclusion, I would like to mention three other well-known tunnel projects. Although they are not among the largest, they are interesting for their unconventional styles.

First – the Smart Tunnel in Malaysia, in Kuala Lumpur, with a length of 9.7 km and a diameter of 13.2 m. The tunnel is essentially three-leveled. The two upper levels are intended for vehicle transportation, and the lower level is used for water drainage in rainy seasons.

The tunnel, depending on the season and weather conditions, can be used in different ways.

During the dry season, the lower level can be used to perform maintenance work, as well as for emergency pedestrian evacuation. In the rainy season, when the city drainage system

### From the Memoirs

*The Bosphorus project became particularly interesting to me. At the time, I was working on various options for the tunnel under the Kerch straight, when I received an invitation from my friends and colleagues to visit them and see excavation of the Turkish tunnel. One of the options I had developed for the Kerch straight was a two-level two-directional tunnel with an external diameter of 16 m. The lower level of the tunnel would consist of a railway track, and the upper level would have two full vehicle lanes. At first glance, the two projects didn't have much in common. However, both tunnels (The Turkish tunnel had already been completed by 70%) were expected to be placed at a depth of more than 60 m, both would be constructed using a similar shield method with similar geological conditions, located almost opposite each other in the same sea, and both were in a seismically hazardous areas crossing fault zones. Of course, I accepted my friends' invitation, and once on-site, I studied all the construction characteristics of this tunnel, which later formed the basis for my proposals.*



*As demonstrated by experience and the successfully implemented tunnel projects mentioned above, there are no unattainable goals – there only exist a "high laziness coefficient, a lack of savvy and endless excuses.*

cannot cope with the volume of storm water, the lower level becomes an additional drainage tunnel.

Furthermore, in case of major floods, valves located on the upper levels open, and the tunnel is only utilized as a drainage system. It is for this elegant engineering solution, that the tunnel inherited its name "Smart".

The second project is interesting for its efficiency. This 10 -kilometer tunnel, operational since 2011, is located on the speed ring road A86 in Paris. The two-level tunnel has a diameter of 10.4 m. Despite this relatively small diameter, engineers have succeeded to fit three vehicle lanes on each level.

Two of the lanes have a width of 3 m and are designated for the passage of only light

transportation, with a maximum height of 2.0 m. The third lane is 2.5 m wide and is designated for emergency stops or the passage of service vehicles. Evacuation of people in case of emergency is carried out through special shafts located every 500 m or less, throughout the tunnel length. Both levels have access to the shafts.

The third project is a recently completed two-level road tunnel under the Bosphorus straight in Turkey. Unlike the first tunnel under the strait, which was built using the method of submerged sections, this tunnel was built with a shield tunneling method using an earth pressure balance TBM from Herrenknecht company. The shield diameter was 13.6 m. ■

# СТАЛЕФИБРОБЕТОН – ЛУЧШЕЕ РЕШЕНИЕ МАККАФЕРРИ ДЛЯ ТОННЕЛЕЙ

Today European transport construction technologies widely use steel fiber. In Russia this advanced technology is promoted by Makkaferri international corporation. Makkaferri has been working in the domain of transportation structures for more than 130 years. Gabioni Makkaferri SNG Ltd. assisted, for instance, in developing project solution with steel fiber used for reconstruction of Roki Tunnel.

## MACCAFERRI

ООО «ГАБИОНЫ  
МАККАФЕРРИ СНГ»

115088, Москва,  
ул. Шарикоподшипниковская,  
13, строение 62

Тел./факс: (495) 937-58-84,  
775-19-93, info@maccaferri.ru  
www.maccaferri.ru

*В современной европейской практике строительства объектов транспортной инфраструктуры широко используется стальная фибра. Технология обеспечивает улучшение свойств бетона на растяжение и долговечность. Первый тоннель с применением фибры был построен для метрополитена в Неаполе в 1992 году, после чего успешный опыт получил распространение по всему миру. В России передовую технологию продвигает международная компания «Маккаферри», работающая в сфере транспортной инфраструктуры более 130 лет. ООО «Габиионы Маккаферри СНГ», например, помогло разработать проектное решение с применением стальной фибры при реконструкции Рокского тоннеля.*

**Ф**ибробетон является разновидностью дисперсно-армированного железобетона и изготавливается из тяжелого или мелкозернистого бетона, в котором в качестве арматуры используются стальные фибры, дисперсно и равномерно распределенные по его объему. Эффект совмещения бетона и стальной фибры обеспечивается сцеплением по их поверхности, анкеровкой фибры в бетоне за счет ее периодического профиля, кривизны в продольном и поперечном направлениях, а также наличием анкеров на концах фибры. Ее изготавливают из различных материалов: полипропилена, базальта, стали и т. д. Но наиболее широкое применение получила именно стальная анкерная фибра, в частности, востребованная при строительстве обделок/крепи подземных сооружений.

Использование стальной фибры в набрызг-бетоне имеет ряд преимуществ, в сравнении со стандартной арматурой: помогает увеличить эксплуатационный ресурс сооружения, снизить как трудозатраты в процессе строительства, так и общее количество металлоемкости конструкции, уменьшить вероятность образования трещин и их ширину, увеличить ударную вязкость бетонной смеси, повысить степень механизации работ.

### Справка

*«Маккаферри» — международная компания из Италии, имеющая 70 дочерних предприятий на 5 континентах более чем в 100 странах. ООО «Габиионы Маккаферри СНГ» работает в России и странах Содружества с 1994 года. За более чем 20 лет с применением продукции компании построено и реконструировано более 10 тыс. объектов. Компания имеет в России два завода по производству материалов и конструкций из сетки двойного кручения и геосинтетических материалов (в Зарайске Московской области и Кургане).*

Основной характеристикой в оценке эффективности применения набрызг-бетона, помимо достижения проектной прочности на 28-е сутки, является динамика набора прочности бетонной смеси в первые часы после нанесения, поскольку именно от этого



зависит скорость проходческого цикла. В европейском документе (EFNARC) данная динамика обозначается кривой J, показывающей, какие именно параметры необходимы для проектного решения, а современные химические добавки помогают получить любой требуемый вариант.

Еще одно важное преимущество использования фибронабрызг-бетона — более плотное прилегание обделки к грунту и отсутствие пустот, которые могут образовываться при набрызге с использованием армосеток и стальных арок. Также возможно уменьшить общее количество бетона (из-за снижения толщины обделки и отсутствия необходимости создавать защитный слой для закрытия армосетки) и минимизировать просадку грунта на поверхности.

Во многих странах мира набрызг-бетонные обделки широко используются при строительстве транспортных тоннелей, метрополитенов. Опыт применения данной технологии есть и в Москве. При строительстве монтажной камеры между станциями «Фонвизинская» и «Бутырская» Люблинско-Дмитровской линии фибро-набрызг-бетонная обделка оказалась в среднем на 20–25% дешевле чугуновой, причем в 3 раза увеличилась скорость проходки за счет высокой механизации труда.

Для испытания долговременных нагрузок на обделку были установлены реперные датчики, велся мониторинг. Деформаций, превышающих 5 мм, зафиксировано не было.

Кроме опытного участка Московского метрополитена, фибро-набрызг-бетон использовался при реконструкции Рокского тоннеля. ОАО «Минскметропроект» при поддержке ООО «Габियोны Маккаферри СНГ» разработало проектные решения с применением стальной фибры Wirand FS4N и FS3N во временной крепи сервисной штольни. Толщина фибро-набрызг-бетона варьировалась от 110 до 160 мм.

Строителями и проектировщиками было отмечено, что существенно увеличивается скорость производства работ — армирование фиброй занимало 12 часов, а стальной сеткой — 36 часов. Также повышаются удобство и безопасность ведения работ, поскольку совмещаются два процесса — набрызг-бетонирование и установка сеток.

Полученный опыт говорит о большой перспективности технического решения при строительстве тоннелей в разных горно-геологических условиях.

Стальная фибра может уменьшить объем традиционного армирования или полностью заменить его, в зависимости от сферы применения.

Только сталефибробетон может применяться:

Объем материалов на сооружение 1 пог. м Рокского автодорожного тоннеля

Наименование материала	Тоннель, армированный арматурными стержнями	Тоннель, армированный фиброй Wirand FF3 (доз. 30 кг/м³)
Арматурная сталь, кг	1042,7	325,13
Стальная фибра, кг	—	343,8
Бетон В30, м³ (лоток/стены, свод)	4,6/14,46	4,6/14,46



- на площадях с низким изгибающим моментом;
  - для элементов, подвергающихся сжатию в повышенной степени;
  - как замена минимального армирования;
  - как замена армирования, контролирующего поперечные силы и ударные нагрузки.
- Помимо использования вместо арматуры, фибра в РФ применяется для предотвращения трещинообразования и уменьшения отбраковки материала при транспортировке.
- Так, по предоставленным компанией «Маккаферри» расчетам, совместно с Тоннельным отрядом №12 Бамтоннельстроя

была произведена опытная партия колец для Байкальского тоннеля. В результате отработана технология введения фибры в бетонную смесь и сделана корректировка состава. Такие сегменты обделки продемонстрировали более высокую трещиностойкость (под воздействием домкратов ТПМК) и возможность использовать менее металлоемкую версию стандартного армирования.

В некоторых проектах использование стальной анкерной фибры помогало снизить сметную стоимость на 15–20%, в зависимости от первоначального типа армирования. ■

В.И. АНИЩЕНКО,  
исполнительный директор  
ООО «Спецмодульпроект»,  
руководитель комитета МАС ГНБ  
по добыче ТРИЗН

# ТАМПОНАЖНЫЕ РАСТВОРЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЕЙ С СЕГМЕНТНОЙ ОБДЕЛКОЙ



*The article discloses major problems of grout engineering for segmental lining tunnels. It also offers insight into the results of testing original engineering solutions in terms of applying polymers for enhancing rheological and thixotropic properties of grouts.*

**При подготовке к строительству тоннеля подрядчики и проектировщики обязаны учитывать много факторов: выбор технологии проходки и типа тоннелепроходческого комплекса на основе гидрогеологических условий и особенностей трассы, выбор оптимальных режимов проходки и ее скорости, выбор технологии строительства котлованов и их размер, логистику доставки материалов и вывоза грунта, квалификацию персонала, требования по безопасности и многое другое. Упущение хотя бы одного из этих факторов неизбежно приведет к простоям или аварийным ситуациям. Однако часто оставляют «на потом» один важный вопрос — о типе и свойствах растворов для заполнения пространства между обделкой и грунтом. Раствор, приготовленный «на скорую руку», может иметь негативные свойства или будет слишком дорогим из-за применения импортных готовых смесей. При этом скорость проходки тоннеля существенно зависит от качества и состава тампонажных растворов.**



Таблица 1  
Неисправности и аварийные ситуации в результате ошибок с подготовкой тампонажного раствора

Причина	Проблема	Решение
Крупная фракция (более 0,7 мм) в составе раствора: галька вместо песка или наличие небольших камней	Выход из строя манжет и гильз насосов. Абразивный износ оборудования. Выход из строя резиновых муфт. Выход из строя резиновых частей насосов. Блокировка каналов	Замена частей насосов, промывка насосов и каналов. Просеивать раствор через сито, использовать измельченный песок
Высокий коэффициент водоотдачи (KPF) ( $KPF > 200 \cdot 10^{-3} (\text{min})^{-1/2}$ )	Насосы под давлением выдавливают воду из раствора, вода уходит и в каналах остается сухая смесь. Давления нагнетания значительно выше, чем давление грунтовых вод, свободная вода под высоким давлением попадает внутрь щита через щеточные уплотнения. В результате невозможно образование качественного цементного камня	Промыть насосы и каналы от сухой фракции. Использовать специальные добавки для снижения водоотдачи при подготовке раствора. Следует понимать, что без присадок чем больше гранулометрический состав компонентов, тем легче «выжимать» воду из раствора
Быстрое время схватывания раствора (как правило, менее 6 часов)	Застывание раствора на различных этапах его доставки в кольцевое пространство влечет за собой блокировку каналов и выход из строя насосов. «Долбить» внутренние полости насосов не рекомендуется. Простои в этом случае неизбежны, а срок службы насосов значительно снижается	Предусмотреть наличие запасных каналов для закачки раствора в составе комплекса. Использовать минеральные или органические замедлители схватывания
Реологические свойства раствора (статическое и динамическое напряжение сдвига) не обеспечивают его достаточную подвижность (об измерении этих свойств см. ниже)	При перекачке раствора не хватает мощности насосов, насосы отключаются по току, срабатывают предохранители. Повышенный износ оборудования и энергопотребление. Повышенное давление нагнетания, чрезмерное давление на кольцо, «складывание» кольца. Угроза гибели персонала	Использовать органические и минеральные пластификаторы, контролировать давление нагнетания исходя из расчетной прочности кольца
Неравномерное перемешивание компонентов	Отсутствие целостности цементного камня, нарушение гидроизоляции тоннеля	Использовать эффективные высокопроизводительные миксеры на всех этапах подготовки раствора
Слишком длительное время схватывания (более 14 часов)	Неравномерное распределение тампонажного раствора в тоннеле, смещение оси тоннеля вверх (при всплывании става) или вниз	Контроль количества замедлителя. Осторожность при работе с солями. Применение органических замедлителей

Необходимость применения тампонажных растворов при строительстве тоннелей с высокоточной сегментной обделкой обусловлена следующими причинами:

- 1) равномерное распределение грунтовой и гидростатической нагрузки на кольцо;
- 2) предотвращение просадок земной поверхности;
- 3) сохранение правильной формы и стабильности тоннеля;
- 4) гидроизоляция тоннеля;
- 5) предотвращение выщелачивания внешних слоев бетона и продление срока службы тоннеля.

При разработке проектов цементации должны быть изучены условия залегания горных пород, их тектоника, петрографический и минералогический состав, полная характеристика трещиноватости и заполнителя трещин. Следует учитывать наличие тектонических нарушений в виде сбросов, сдвигов, складок и т. п., почти всегда затрудняющих и усложняющих производство цементационных работ. При строительстве тоннелей с сегментной обделкой при помощи тоннелепроходческих механизированных комплексов следует учитывать не только необходимые свойства цементного камня тампонажного раствора, но и его подвижность на протяжении достаточного времени. Это связано с тем, что раствор закачивается за юбку щеточных уплотнений ТПМК и перекачивается из вагонетки в емкость для хранения по специальным каналам при помощи системы насосов. Каждый из них имеет ограничения по плотности, реологическим параметрам. Поршневые или кольцевые насосы не справятся с перекачиванием застывшего цементного камня или гальки, гравия. Даже небольшой камень,

попавший в систему, может стать причиной выхода ее из строя или, как минимум, остановки проходки на несколько часов. Наиболее часто встречаемые проблемы, связанные с тампонажным раствором, приведены в табл. 1.

Работа над программой по цементации става тоннеля, как правило, происходит в три этапа:

- разработка состава и рецептуры в лабораторных условиях, подбор компонентов и очередности их смешивания;
- проверка опытной партии в условиях реальной проходки; определение проблем, доработка рецептуры под условия строительной площадки и промышленного производства;
- промышленный процесс подготовки раствора: контроль основных параметров.

## Контроль качества

При проектировании тампонажного раствора необходимо понимать, какие свойства жидкости необходимы в том или ином случае. Их приоритетность различна в различных условиях проходки и при различных технологиях, но основные параметры указаны в табл. 2.

Реология тампонажного раствора характеризуется структурной (или кажущейся) вязкостью, когезионной прочностью и внутренним трением. На рис. 1 представлены графики, характеризующие поведение ньютоновской жидкости и взвеси Бингама (коллоидный раствор, в котором частицы находятся во взвешенном состоянии). Уравнения состояния выведены без учета внутреннего трения. На рис. 2 показаны процессы, происходящие в

Таблица 2  
Стандартные процедуры контроля качества тампонажного раствора в полевых условиях

Оборудование для измерения	Измеряемые свойства	Описание
Воронка Марша	Структурная вязкость	Воронка Марша описана в рекомендациях API Recommended Practice 13B-1. Испытания производятся следующим образом: воронка наполняется раствором в объеме 1 л. Раствор вытекает из отверстия внизу конуса за определенное время. Замеряемое время записывается
Пенетrometer или прибор Вейна для определения усилия сдвига	Когезионная прочность и время образования геля	Измеряется время начала образования геля при 100 Па и окончания при 1000 Па и момент (прочность сдвига) от 1 об/сек с интервалом 30 сек.
Пресс-фильтр API	Коэффициент фильтрации (водоотдачи) $K_{pf}$	Коэффициент измеряется следующим образом: в фильтр устанавливаются бумажные элементы, 400 мл раствора заливается в полость фильтра, при помощи баллончика в фильтр подается давление 0,7 МПа. Тест проводят до тех пор, пока вода не выйдет из образца (обычно 30 мин). Значение коэффициента вычисляют по формуле: $K_{pf} = \frac{\text{объем фильтрата}}{\text{объем образца}} \times \frac{1}{(\text{время в минутах})^{1/2}}$
Стеклянная колба 250 мл	Вододеление	Образец наливается в стеклянную колбу с мерной шкалой 250 мл и оставляется на два часа в состоянии покоя. Затем производится измерение количества воды, которая выделилась на поверхности. Внимание! Колба должна быть сухой.
Весы или ареометр, для измерения плотности раствора	Плотность	Плотность измеряется при помощи весов. Весы выставляются на «0», образец наливается в колбу. Зная объем жидкости и ее вес, можно вычислить плотность
Игла Вика	Начало и конец схватывания	Игла Вика устанавливается у поверхности образца и отпускается. Начало схватывания определяется в момент, когда игла может проникнуть в раствор только на 25 мм. Окончание схватывания определяется моментом, когда игла не может проникнуть в образец

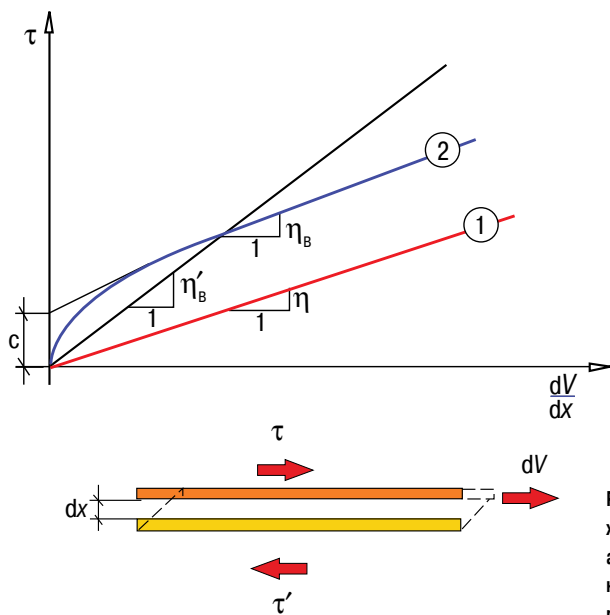


Рис. 1. Реологические характеристики:  
а – поведение ньютоновской жидкости (1) и раствора Бингама (2);  
б – схема процессов  
 $\eta$  – динамическая вязкость;  $\eta_b$  – пластическая вязкость;  $\eta'$  – структурная вязкость

растворе (с учетом внутреннего трения и сопротивления сдвигу, меняющегося в зависимости от давления жидкости). Нестабильный раствор ведет себя непредсказуемо, работая то как ньютоновская жидкость, то как взвесь Бингама с внутренним трением. Раствор со значительным внутренним трением сложно прокачивать по трубам и доставлять в кольцевое пространство.

Когезионная прочность (с) (см. рис. 1) соответствует прочности сдвига. Чем ниже когезионная прочность, тем ближе пластическая вязкость ( $\eta_b$ ) к структурной ( $\eta'$ ). В случае с ньютоновской жидкостью когезионная

прочность равна нулю, а пластическая и структурная вязкости имеют одно значение, которое описывается как динамическая вязкость ( $\eta$ ).

Когезионная прочность показывает, насколько глубоко раствор проникнет в отверстие определенного радиуса под определенным давлением. В то время как вязкость определяет производительность потока под определенным давлением. Поэтому низкая вязкость обеспечивает оптимальное проникновение раствора в грунт с маленькими порами (крупный песок, например) или скальный грунт с малыми трещинами.

Скорость сдвига вычисляется по формуле:

$$\gamma = (V_2 - V_1) / dx \text{ [с}^{-1}\text{]},$$

где  $V_2$  – скорость нижнего слоя [м/с];  $V_1$  – скорость верхнего слоя [м/с];  $x$  – расстояние между слоями [м]. Для кривой №1 справедливо следующее:

$$\tau = \eta \, dV/dx.$$

Уравнение для кривой №2 имеет вид:

$$\tau = c + \eta_b \, dV/dx \approx \eta' \, dV/dx,$$

где:  $\eta$  – динамическая вязкость;  $\eta_b$  – пластическая вязкость;  $\eta'$  – структурная вязкость;  $c$  – когезионная прочность, или прочность сдвига.

Реологические свойства взвеси с учетом внутреннего трения (см. рис. 2) определяются уравнением:

$$\tau = c + \eta_b \, dV/dx + p \, \text{tg } \phi,$$

где:  $p$  – давление;  $\text{tg } \phi$  – тангенс угла внутреннего трения раствора.



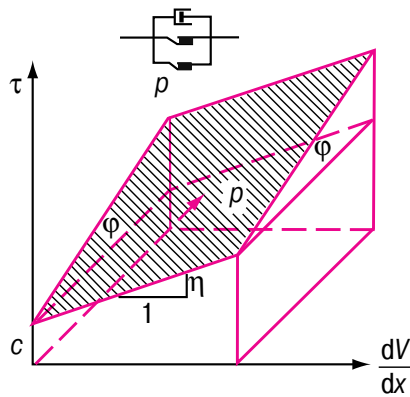


Рис. 2. Свойства взвеси с учетом внутреннего трения

Изучая реологические свойства раствора, следует понимать, что высокая когезионная прочность не является его недостатком, так как перед ним не ставится задача проникать как можно глубже в грунт.

При выборе тиксотропных свойств раствора следует стремиться к тому, чтобы при перекачивании он становился менее вязким и терял часть своей прочности, а при остановке в кольцевом пространстве, наоборот, набирал максимальную прочность. Этого можно добиться при помощи армирования цепочками длинных полимерных молекул.

## Полимерное армирование

Специалисты ООО «Спецмодульпроект» произвели армирование цементных и известковых тампонажных растворов в лабораторных условиях. Первые эксперименты были неудачными, так как при затворении полимеров в полном объеме воды возникали сложности с перемешиванием в миксере, но после изменения порядка добавления компонентов (отдельно в воде затворялись компоненты раствора и отдельно, в небольшом объеме воды в виде концентрата, — полимеры) тиксотропные свойства раствора резко улучшились. При этом более чем в 10 раз снизился коэффициент водоотдачи, вододеления фактически не было. Следует понимать, что в случае с полимерным армированием раствора применение солевых замедлителей неприемлемо. Вместо минеральных замедлителей специалисты компании использовали органические полимерные замедлители, что в перспективе дает значительную финансовую экономию. В результате лабораторных экспериментов удалось добиться положительного результата с применением новых полимерных добавок.

При проведении испытаний совершенно неожиданным образом мы обнаружили побочный эффект взаимодействия полимерных компонентов: при отсутствии турбулентности (без перемешивания) фильтрация воды в раствор замедлилась. Это может положительно сказаться на качестве цементного камня при проходке в сильно обводненных геологических условиях.

Армирование необходимо не только для достижения необходимых тиксотропных свойств, но и для поддержания взвеси. При наличии песка в растворе важно не допустить образования осадка в трубах и насосах тоннелепроходческого комплекса в моменты остановок при

монтаже кольца. Если на монтаж одного кольца будет уходить 3-4 часа, а время застывания раствора будет составлять 6 часов, при круглосуточной проходке можно будет не тратить время на промывку насосов и каналов. При отсутствии осадка они очистятся следующими порциями раствора.

На стадии лабораторных испытаний образцов важно не забывать о необходимой прочности цементного камня. Прочность на сжатие рассчитывается исходя из условий в тоннеле (давления воды и грунта, реакции стенок кольца и их веса). Лабораторные испытания застывших образцов на предмет прочности на одноосное сжатие — обязательная часть программы.

При проходке с применением цементных тампонажных растворов следует понимать, что основной частью раствора в количественном отношении является не сам цемент, а минеральный связующий наполнитель (в качестве данного компонента часто используется зола-унос или шлаковая мука). Количество песка в данном случае можно значительно снизить, что положительно повлияет на реологические свойства и не снизит прочность камня.

При создании раствора каждый компонент следует подбирать с особой тщательностью, с учетом проектных особенностей, конструктивных особенностей ТПМК (бывают однокомпонентные и двухкомпонентные системы заправки раствора, различные типы насосов, смесительных баков и т. д.), солености грунтовых вод, минеральных составляющих грунта, электропроводности грунтовых вод.

## Цементы и добавки

В мировой практике тоннелестроения для создания тампонажных растворов применяется несколько видов цемента. Речь идет о том, что есть цементные составы, которые имеют различный гранулометрический состав, различные химические присадки для повышения устойчивости к той или иной среде или разной скорости набора прочности после кристаллизации. Выбор типа цемента и водно-цементного отношения является основой для определения процентного состава прочих компонентов. Раствор с повышенной подвижностью должен включать в себя достаточно мелких частиц, чтобы сохранять свойства геля, стабильность под давлением и при этом набирать нужную прочность за необходимый промежуток времени. Использование водно-цементного отношения более 1,5 к весу приводит к потере стабильности, повышенной водоотдаче и водоотделению. Использование отношения 0,45 — тоже плохое решение, поскольку возникает повышенный износ оборудования и появляются ограничения по типам миксеров.

Портландцемент наиболее часто используется при приготовлении высокоподвижных тампонажных растворов. В США и Европе он классифицируется следующим образом:

*Тип 1.* Чаще всего используется применительно к тампонажным растворам при отсутствии специфических требований и специальных технических ограничений.

*Тип 2.* Выпускается для сопротивления сульфатным составляющим грунта и воды, а также при предъявлении

специальных требований к максимальной температуре экзотермической реакции при кристаллизации цемента.

*Тип 3.* Используется в случае, если необходимо быстрое достижение высоких прочностных свойств. Часто применяется в двухкомпонентных растворах. Он состоит из более мелких частиц и может использоваться, если перед инженером стоит задача создать смесь, которая будет проникать в микротрещины.

*Тип 4.* Выделяет еще меньше тепла, чем тип 2 при застывании и набирает прочность медленнее, чем тип 1. Используется в тех случаях, когда необходимо перемещать большие массы цемента и высокие температуры недопустимы. Например, при строительстве больших транспортных тоннелей и цементации обсадных колонн.

*Тип 5.* Используется при повышенном сульфатном воздействии.

В странах бывшего СССР классификация, как правило, идет по твердости образца: марки ПТ500, ПТ400, ПТ200 и т. д.

При подборе остальных компонентов и наполнителей обязательно проведение лабораторных испытаний, так как взаимодействие минеральных и органических компонентов часто происходит непредсказуемо.

Наиболее традиционные добавки:

*Пластификаторы.* Традиционно используется несколько типов пластификаторов, включая нафталинсульфанат, лингосульфат и материалы на основе меламина. Эти химические вещества передают каждой частице цемента отрицательный заряд с тем, что частицы начинают отталкиваться друг от друга. Применение этих веществ также снижает вязкость получившегося раствора. Поскольку расстояние между частицами цемента увеличено, между ними проникают структурообразующие компоненты. За счет этого прочность получившегося образца может быть выше. Традиционная пропорция — от 0,5% до 2% от веса цемента. Лингосульфаты также действуют как замедлители процесса кристаллизации.

*Бентонитовый порошок.* Стабилизирует подвижный раствор, повышает его подвижность и снижает сопротивление фильтрации, одновременно увеличивая вязкость, однако снижает прочность цементного камня. Исходя из практики, предпочтителен магниевый бентонит типа Вайомингского порошка. Смешивать компоненты следует в сухом виде (в миксере для сухих смесей) или в затворенном (при этом цемент медленно добавляют в бентонитовую суспензию, гидрация которой уже закончилась). Если бентонит добавить к цементной смеси, ее вязкость значительно вырастет в первый момент и могут возникнуть проблемы с миксером. Однако при дальнейшем перемешивании вязкость медленно снижается. Это происходит потому, что отрицательно заряженные частицы бентонита притягиваются к положительно заряженным частицам цемента. В процессе все частицы становятся положительно заряженными, и вязкость снижается. Бентонит следует затворять в воде в течение 12 часов до начала смешивания, иначе придется использовать насосно-смесительный узел. Традиционно в раствор добавляют не более 5% бентонита от веса цемента, чтобы не было чрезмерного снижения прочности камня.

*Зола-унос.* Золы типа С и F — пуццолановые минеральные компоненты, которые улучшают распределение

частиц. Снижают водоотдачу под давлением и увеличивают стабильность раствора, хорошо сочетаются с известковыми растворами и заменителями цемента. Следует заметить, что при внесении золы типа С более 20% от веса цемента могут возникнуть проблемы со стабильностью раствора.

*Измельченная песчаная пыль.* Молотый песок (с размером частиц менее 1 микрона) улучшает структурные свойства раствора и распределение в нем частиц. Типичная пропорция — менее 10% от веса цемента.

*Экзополисахариды (органические смолы).* Добавки, улучшающие тиксотропные свойства раствора; снижают фильтрацию и гидрацию. Пропорции сильно зависят от других компонентов и их химического состава, pH воды и раствора, грунта. Обычно добавляют 0,1–0,2% от веса цемента.

*Органические добавки от вымывания.* Как правило, используются полицеллюлозные молекулы, которые значительно снижают водоотделение и фильтрацию, улучшают реологические свойства. Следует понимать, что некоторые органические добавки не могут применяться с полимерами нафталинсульфанатного ряда и ограниченно годны к применению с экзополисахаридами. Типичная пропорция — от 0,2 до 1% от веса цемента.

*Стабилизаторы.* Данные компоненты используются чаще всего в двухкомпонентных растворах. Стабилизатор обволакивает частицы цемента и не дает ему схватываться до 72 часов. После этого в раствор добавляются акселераторы и начинается ускоренный процесс кристаллизации.

*Акселераторы.* Речь идет о хлористом кальции или силикате натрия, которые должны добавляться в воду до внесения в раствор. При этом, во избежание аварийных ситуаций, следует относиться к их применению с осторожностью, добавляя не более 20% от веса цемента и учитывая тот факт, что реакция происходит с выделением большого количества тепла.

## Вывод

Проектирование тампонажного процесса — это один из важнейших этапов подготовки к строительству тоннеля. Проектная документация без детальной проработки данного вопроса не может считаться полноценной и законченной. Ошибки на этом этапе всегда приводят к значительным финансовым потерям и замедлению темпов проходки. В любом случае, при подготовке к строительству тоннеля с применением местных материалов необходимо провести тщательные лабораторные, полевые испытания и только после этого запускать полноценный производственный процесс. При наличии всех российских компонентов полагаться в нынешней экономической ситуации на готовые европейские смеси — весьма непродуктивный подход, но это единственное, что остается, если строительство уже началось, а решение вопроса отсутствует. Ведь простой тоннелепроходческого комплекса диаметром 4 м, независимо от его места нахождения, стоит более 30 тыс. евро в сутки, а большего диаметра — может обойтись и в несколько раз дороже. Любое решение в таких условиях крайне ответственно, ошибки должны быть исключены. ■





Д.В. ПРОСКУРИН,  
специалист по буровым  
растворам  
А.А. СЛАБУНОВ,  
коммерческий директор  
(ООО «Бентонит Кургана»)

**Способность специально подобранных мелкодисперсных композиций на основе неорганических малорастворимых солей к набуханию в водной фазе широко применяется для различных строительных нужд: гидроизоляции шламовых амбаров и шахт захоронения промышленных отходов, укрепления слабосцементированных грунтов, бурения скважин и горизонтальных переходов, герметизации технологических швов, а также для пластификации строительных растворов и бетонов.**

***The ability of specially selected fine-dispersed compositions based on inorganic poorly soluble salts to swell in aqueous phase is widely used for various building applications: waterproofing in sludge depositories and industrial waste disposal mines, strengthening semiconsolidated soils, drilling wells and lateral junctions, sealing construction joints as well as for plasticized mortars and concrete.***

## ПРИМЕНЕНИЕ ГИГРОСКОПИЧНЫХ ИНТЕНСИВНО НАБУХАЮЩИХ МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ БЕНТОПОРОШКОВ

**С**пособность специально подобранных мелкодисперсных композиций на основе неорганических малорастворимых солей к набуханию в водной фазе широко применяется для различных строительных нужд: гидроизоляции шламовых амбаров и шахт захоронения промышленных отходов, укрепления слабосцементированных грунтов, бурения скважин и горизонтальных переходов, герметизации технологических швов, а также для пластификации строительных растворов и бетонов. В основе порошкообразных самопроизвольно набухающих материалов применяют силикаты и алюминаты щелочноземельных металлов и композиции оксидов амфотерных элементов. Однако данные составы характеризуются относительно высокой стоимостью. Кроме того, несмотря на достаточную гигроскопичность, большинство солевых водонабухающих наполнителей не обладают способностью к коркообразованию на контактной поверхности, что приводит к большим потерям водной фазы в результате фильтрации.

В этой связи наиболее перспективны природные слоистые алюмосиликаты — бентониты, набухание которых обусловлено процессами осмоса и ионного обмена, в котором участвует породообразующий смектитовый минерал монтмориллонит. Элементарная ячейка монтмориллонита имеет трехслойную структуру из поверхностных кремнекислородных тетраэдров и срединного алюмоокислородного октаэдра. Благодаря дефектам кристаллической решетки и изоморфным замещениям катионов алюминия на катионы магния и железа поверхность алюмосиликатного пакета имеет эффективный отрицательный заряд, который скомпенсирован обменными индифферентными катионами натрия и кальция. В результате наличия этого катионообменного комплекса бентонит обладает способностью к набуханию и диспергированию в водной среде.

При выборе марки водонабухающего бентопорошка необходимо ориентироваться на перечень универсальных характеристик, определяющих степень гидрофильности продукта:

**Таблица 1**  
**Химический состав зырянского бентонита**

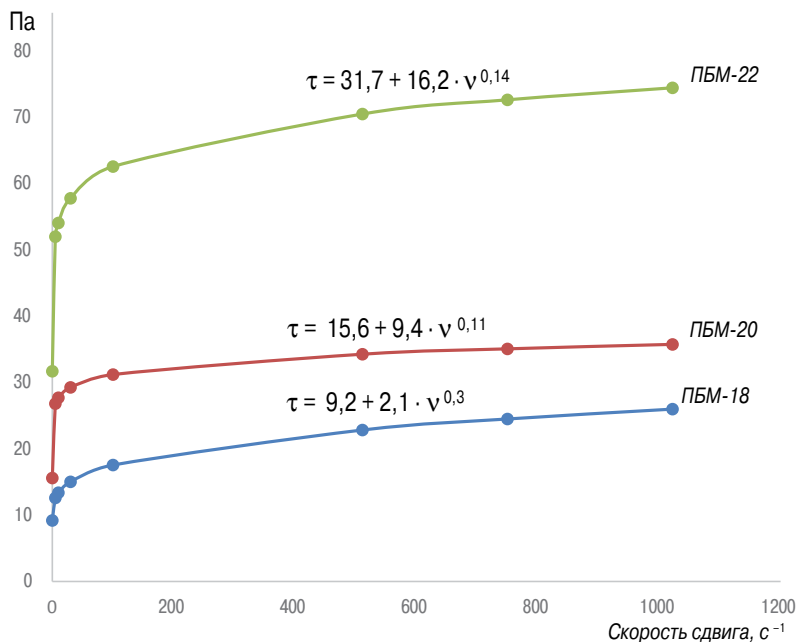
Химическое соединение	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	ППП
%	57,4	19,4	5,97	0,94	0,15	1,81	3,01	0,04	0,10	1,03	0,78	9,40

**Таблица 2**  
**Катионообменный комплекс зырянского бентонита**

Катионы	Ca <sub>2</sub> <sup>+</sup>	Mg <sub>2</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Всего	Коэффициент щелочности
%	27,89	30,18	5,46	0,87	64,4	0,11

**Таблица 3**  
**Сравнительные характеристики строительных бентопорошков из сырья Зырянского месторождения (г. Курган)**

Марка бентопорошка	Описание и назначение	Выход глинистого раствора с вязкостью 15 мПа·с	Показания шкалы вискозиметра FANN при 600 об./мин для 6%-й суспензии	Показатель фильтрации 6%-й суспензии (APF), см <sup>3</sup> /30 мин.
ПБМ-18	Натриевый бентопорошок, не содержащий полимерных присадок. Для производства герметизирующих материалов (бентоматы, бентошнуры) и гидроизоляционных работ. Применяется в качестве пластифицирующего наполнителя для цементных растворов и производства гель-цементов	>18	>25	<22
ПБМ-20	Модифицированный бентопорошок для бурения горизонтальных переходов, а также для применения в технологиях тоннелирования и строительства подземных сооружений «стена в грунте»	>20	>30	<20
ПБМ-22	Модифицированный бентопорошок для строительства тоннелей в сложных горно-геологических условиях, в том числе ниже уровня грунтовых вод	>22	>30	<20



Кривые течения 6%-х бетонитовых суспензий

■ высокая скорость набухания в водной фазе для обеспечения оптимальных гидроизолирующих свойств материала;

■ оптимальная гидрофильность продукта в условиях переменных характеристик водной фазы (общая щелочность, жесткость и минерализация);

■ минимальное время для достижения предельных реологических характеристик суспензии в процессе приготовления технологических жидкостей;

■ реализация псевдопластической реологической модели течения бентонитовой суспензии при бурении горизонтальных скважин малого диаметра;

Всем перечисленным требованиям отвечают строительные бентопорошки на основе сырья Зырянского месторождения, характеризующегося беспрецедентно высоким для российских бентонитов содержанием монтмориллонита, достигающего 85% мас.

При этом Зырянское месторождение характеризуется стабильностью химического состава и катионообменного комплекса бентонитового сырья по всей площади (табл. 1, 2).

В табл. 3 представлены технологические свойства наиболее востребованных бентопорошков с указанием приоритетных направлений их применения.

Важнейшей характеристикой бентонитовой суспензии, определяющей использование бентонита в составе строительных, тампонажных и буровых растворов, является зависимость пластической вязкости от концентрации суспензии и градиента скорости сдвига. Пределы варьирования пластической вязкости ( $\eta$ ) системы можно приближенно оценить по уравнению Эйнштейна:

$$\eta = \eta_0 \cdot (1 + k \cdot \phi),$$

где:  $\eta_0$  — динамическая вязкость воды, Па·с;  $\phi$  — объемная доля дисперсной бентонитовой фазы, %;  $k$  — коэффициент, зависящий от формы дисперсных частиц (для глинистых суспензий  $k \approx 0,5$ ). Пластическая вязкость бентонитовой суспензии — это величина, представляющая собой долю эффективной вязкости, возникающую в результате структурообразования системы. Параметр  $\phi$  включает объемную долю адсорбционной водной фазы, поэтому пластическая вязкость суспензии характеризует гигроскопичность исходного бентопорошка и его способность к набуханию. Для модифицированных бентонитовых суспензий с удельным весом 1,03–1,16 г/см<sup>3</sup> величина  $\eta$  может изменяться от 2 до



20 мПа · с. При сравнении бентонитовых суспензий одинаковой плотности предпочтение следует отдать бентопорошку, обеспечивающему наибольшую пластическую вязкость системы.

При течении бентонитовых суспензий наблюдается существенное отклонение от Бингамовской реологической модели, которая приобретает степенной характер ( $\tau = \tau_0 + k \cdot v^n$ , где  $n < 1$ ). Чем ниже величина показателя степени  $n$ , тем ближе суспензия к псевдопластическому режиму течения и тем выше транспортирующая способность бентонитового раствора при бурении горизонтальных стволов большой протяженности. На рисунке представлены характерные кривые течения 6%-х суспензий на основе бентонитов различных марок. Все рассмотренные бентопорошки обладают практически идеальным псевдопластическим поведением, позволяющим оптимизировать гидравлические параметры промывки объекта бурения и максимально приблизиться к «цилиндричности» горизонтального ствола, при которой ее

стенки не будут содержать каверн, желобов и неровностей. Скорость сдвига пристенных слоев бентонитового раствора близка к нулю, в результате чего предотвращается размыв слабосцементированных пород, кавернообразование, а также за счет реализации эффекта «скребка» оптимизируется очистка горизонтального ствола от выбуренной породы. Возможность получения высоковязких суспензий с применением бентопорошка ПБМ-18 позволяет ограничить концентрацию глинистой фазы в буровом растворе (необходимая вязкость суспензии достигается при относительно небольшом содержании бентонита), вследствие чего фильтрационная корка, образованная бентонитовым раствором на основе ПБМ-18, имеет малую толщину (менее 1 мм), характеризуется низкой липкостью и максимально ограничивает потери водной фазы на фильтрацию при бурении в пористых песчаниках.

Модифицированные бентопорошки «ПБМ-20» и «ПБМ-22» весьма эффективны при необходимости приготовления

бентонитового раствора на жесткой или высокоминерализованной технической воде. Для данных бентопорошков характерно сочетание минимального периода гелеобразования и максимально быстрого формирования на стенках объекта (скважины, тоннеля) водонепроницаемой армирующей фильтрационной корки.

Строительные марки бентопорошков на основе богатого монтмориллонитом сырья Зырянского месторождения сертифицированы в соответствии с современными требованиями к строительным (набухающим, гидроизолирующим, герметизирующим) материалам для реализации целого спектра технологий бурения горизонтальных переходов, тоннелирования и создания гидроизоляционных экранов. Универсальным критерием оценки качества бентопорошков является определение пластической вязкости соответствующих бентонитовых суспензий в сочетании с псевдопластическим характером их течения под действием касательных напряжений.■




ООО «Бентонит Кургана» — лидирующий производитель высококачественной бентонитовой продукции. Наш 20-летний опыт работы в отрасли, высокий производственный потенциал и высококачественный бентонит месторождения «Зырянское» Курганской области — залог успешной работы с потребителем.

Показатели качества бентопорошков	ПБМ-22	ПБМ-20	ПБМ-18
Массовая доля влаги, %, не более	10	10	12
Мокрый ситовый анализ: остаток на сите с сеткой 0,071, %, не более	2,5	2,5	3,5
Выход глинистого раствора с эффективной вязкостью 15 мПа · с, м <sup>3</sup> /т, не менее	22	20	18
Условная вязкость, не более	40	40	45
Водоотдача, см <sup>3</sup> , не более	20	20	22
Плотность раствора, г/см <sup>3</sup> , не менее	1,025–1,030	1,025–1,030	> 1,035
Показания вискозиметра при 600 об/мин (при концентрации 64г/л), не менее	30	30	—

ООО «Бентонит Кургана» в соответствии с ТУ 5751-001-41219638-2010 выпускает бентопорошки, предназначенные для приготовления бентонитовых суспензий (растворов), используемых в качестве пригруза забоя при щитовой проходке тоннелей, устройстве стен в грунте, противофильтрационных завес, тиксотропных рубашек при строительстве различных сооружений.

Специалисты ООО «Бентонит Кургана» оказывают профессиональную консультацию при выборе бентонитовой продукции, наиболее удовлетворяющей требованиям заказчика, а также осуществляют информационную поддержку на стадии применения продукции у потребителя.

 [www.bentonit.ru](http://www.bentonit.ru)

ООО «Бентонит Кургана»  
Тел/факс +7(3522) 436-315; +7(3522) 420-377  
e-mail: info@bentonitkgn.ru

**Санкт-Петербург по праву считается архитектурным музеем под открытым небом. На протяжении практически двухсот лет центр столицы Российской империи застраивался в соответствии со строгими правилами, по принципам ансамблевости и регулярности, а сегодня находится под защитой ЮНЕСКО. Строительство здесь возможно, но связано с рядом сложностей, главная из которых — необходимость сохранения плотной исторической застройки. Разработать проект, при котором здания, окружающие строительную площадку, не дадут критичной осадки, могут лишь опытные высококвалифицированные геотехники. С этой задачей на протяжении уже полутора десятков лет успешно справляются специалисты ООО «ПЕТЕР-ГИБ». Руководитель этой проектной организации Сергей Сотников рассказал корреспонденту нашего журнала о специфике работы с историческими зданиями, методах укрепления оснований, а также о проектах, которые компания реализовала в Северной столице.**

*Construction of the objects situated in downtown St. Petersburg, protected by UNESCO, is complicated because of the dense historical buildings. Only experienced geotechnical experts can develop the project ensuring the buildings free from any settlements. That was a topic enlightened by the head of Peter GIB Ltd. Mr. Sergey Sotnikov.*

Беседовал  
Илья БЕЗРУЧКО

**ООО «ПЕТЕР-ГИБ»  
197198, Санкт-Петербург,  
пр. Добролюбова, д. 1/79, лит. Б  
Тел.: (812) 405-71-05,  
petergib@yandex.ru**



## «ПЕТЕР-ГИБ»: НАУКА СОХРАНЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ

— **Сергей Николаевич, расскажите, пожалуйста, об истории создания ООО «ПЕТЕР-ГИБ».**

— Долгое время я возглавлял кафедру СПбГАСУ (ранее ЛИСИ), и, помимо преподавательской, нам позволялось заниматься хозрасчетной деятельностью. Это называлось НИС — научно-исследовательский сектор. У нас была хорошая репутация и тесные связи с проектными организациями города — поэтому было много практики. Так, для Ленпроекта мы проводили геотехнические наблюдения, делали анализ и расчет факторов, влияющих на осадку домов, построенных на новых территориях. Наши данные впоследствии дополнили соответствующий СНиП.

С развалом Советского Союза такие договорные отношения прекратились, но научный потенциал сохранился. Ко мне обратился мой эстонский коллега, профессор университета в Тарту, с предложением открыть, как это было модно в то время, совместное предприятие (СП). Я идею поддержал, и мы

создали такую компанию. К слову сказать, разрешительные документы нам подписывал Владимир Путин, в то время он в городе курировал вопросы внешнеэкономических связей.

Однако нормального сотрудничества, по ряду обстоятельств, не получилось. Затем вышел из употребления статус СП. Тогда мы с коллегами, входящими в группу НИС, решили переформировать документы и начать собственную коммерческую деятельность.

— **Чем занимается ваша компания?**

— В самом начале, главным образом, мы занимались обследованием, определяли износ фундаментов. Но со временем полностью перешли к проектированию. Существенную роль в этом сыграла кадровая обеспеченность. Ко мне пришла группа очень толковых опытных проектировщиков. К тому же некоторое время я продолжал работать в университете и своим студентам для выполнения дипломных проектов предлагал прикладные темы — то, чем занималась



компания. Впоследствии многие из моих подопечных охотно оставались работать у меня.

В итоге у нас наработаны серьезные компетенции в области проектирования подземных сооружений. Мы также можем выполнять и обследования.

**— Какие ваши проекты можно назвать ключевыми?**

— Пожалуй, самым важным для нашей компании стал проект реконструкции здания Сената, в котором сейчас располагается Конституционный суд. Здесь «ПЕТЕР-ГИБ» выполнил полный спектр проектных работ: от фундамента до кровельной системы. Кстати, по своей специализации мы сделали, по сути, немного — Карл Росси заложил очень серьезный, надежный фундамент, который не требовал выполнения работ по укреплению. С этого проекта мы получили профессиональное признание, и нас начали приглашать на другие сложные и ответственные объекты.

Проект, которым можно гордиться, — строительство подземного этажа торгово-офисного комплекса Fort Group около станции метро «Электросила». Сложность этого сооружения заключалась в том, что котлован располагался над эскалаторным тоннелем. У Петербургского метрополитена и Ленметрогипротранса были опасения, что после разработки грунта наклонный ход под действием упругих сил может «всплыть». Но этого не произошло. По бокам от тоннеля мы сделали две группы свай, объединили их ростверком, на который оперли балки. На них опираются колонны каркаса шестиэтажной части здания. Сам котлован огражден шпунтом, а подпорные стенки в районе наклонного хода мы укрепили методом Jet Grouting. В итоге, по результатам мониторинга, передвижение внешней обделки тоннеля составило всего несколько миллиметров, что подтвердило верность наших расчетов. На данном объекте мы вели авторский надзор в течение двух лет. Это была очень интересная работа.

Перечислять объекты можно долго, ежегодно мы делаем около десяти проектов.

**— Расскажите подробнее о специфике работы с памятниками архитектуры в Санкт-Петербурге.**

— В плане нового строительства Петербург — очень сложный город. Возведение любого подземного сооружения в центре — всегда головоломка. Конечно, сейчас техника шагнула вперед, например, существуют установки, позволяющие возводить шпун-



Работы по реконструкции здания поликлиники на ул. Глинки, 4



Успех любого предприятия во многом зависит от уровня квалификации сотрудников. В нашем случае — это определяющий фактор. Поэтому при небольшой штатной численности нам удастся успешно справляться с самыми сложными задачами.

**Сергей Сотников,**  
д. т. н., генеральный директор ООО «ПЕТЕР-ГИБ»

товые ограждения способом статического вдавливания. Но, несмотря на это, остается много сложностей. В СНиПе прописаны очень жесткие требования к дополнительной осадке — всего 10 мм. Поэтому, как правило, необходимо укреплять основания окружающих зданий. Это так называемая пересадка фундаментов на буроинъекционные сваи.

**— Какие методы и технологии по пересадке фундаментов вы используете в своих проектах?**

— В нашем распоряжении весь арсенал технологий, которые используются, как минимум, в Западной Европе. Один из наиболее распространенных методов — приме-

нение буроинъекционных свай. Он предполагает устройство наклонной скважины через тело фундамента до плотного грунта. Под защитой трубы она заполняется бетоном, затем туда вводится арматура. Такие сваи, чередуя направления то в одну, то в другую сторону, с шагом по полтора метра, устраиваются по всему периметру несущих стен здания, которые необходимо укрепить.

Еще одно оригинальное решение — немецкие сваи типа «Титан». Технология также предусматривает устройство скважины в теле фундамента. Дойдя до грунта, в скважину опускают трубу меньшего диаметра с бурящей головкой, в которой предусмотрены отверстия. По мере заглубления этой трубы в нее под давлением подается



Котлован для строительства подземного этажа офисного здания «Регент холл»



Котлован для строительства двухэтажной подземной парковки под здание «МКК» возле станции метро «Электросила»

бетонная смесь, которая перемешивается с грунтом. Таким образом, под основанием возникает полноценная свая.

Мы недавно сделали корректировку проекта реконструкции Мариинского театра 2006 года, фактически его переделав. В отношении фундаментов, а их там очень много, мы предложили собственное решение.

Первая технология устройства основания предусматривала вначале укладку бревен на дно траншеи, на которые затем выкладывали

бутовый камень. Эти лежни здесь располагались в границах сезонного изменения уровня грунтовых вод. То есть некоторое время они находятся в воде, а затем, когда ее уровень понижается, их начинают разрушать микроорганизмы. Мы предложили пробурить фундамент и заполнить пространство между лежней бетонным раствором, то есть исключить доступ воздуха к этим бревнам. По нашим расчетам, этого было бы достаточно, чтобы сохранить несущую способность цементного

раствора. Однако нам все-таки предписали запроектировать более дорогое решение, с использованием свай типа «Титан».

На этом же объекте надо было решить еще одну сложную задачу. Проект предусматривал значительное увеличение пространства под сценой, так называемого трюма. При этом уровень пола оказался ниже подошвы фундамента на 10 см. Чтобы избежать деформаций, в проекте мы предусмотрели устройство подпорной стенки из буросекущихся свай, под полом свайное поле, а также укрепление фундаментов сваями типа «Титан».

#### — Над каким проектом вы работаете в настоящее время?

— Сейчас выполняется реконструкция церкви Пресвятой Троицы, расположенной на Октябрьской набережной, на территории бывшей киноии Александро-Невской лавры. В 30-х годах у пятиглавой церкви разобрали купола, оставив плоскую крышу, а само здание переоборудовали под производственные нужды. Чтобы восстановить прежний облик, фундамент церкви необходимо существенно усилить. Во-первых, это связано со значительным увеличением нагрузки после строительства барабана основного купола и четырех меньших глав. К тому же из-за слабых грунтов здание сейчас имеет значительный крен в сторону Невы — перепад высот составляет 40 см.

Для решения этой проблемы мой коллега к.т.н. Юрий Стриганов предложил инновационное решение — пересадку фундамента на сваи вдавливания. Возле несущих наружных стен, на глубине подошвы фундаментов, выполняется железобетонная плита толщиной 700 мм. В плите оставляют отверстия, в которые при помощи длинноходового домкрата на глубину 20 мм вдавливаются стальные трубы. Получившаяся скважина бетонируется, вводится арматурный каркас — таким образом, получается надежная свая. Аналогичным образом сваи устраиваются и по внешней стороне стены.

#### — Благодаря чему обеспечивается качество выполняемых ООО «ПЕТЕР-ГИБ» работ, в чем заключаются ваши основные технологические преимущества?

— Успех любого предприятия во многом зависит от уровня квалификации сотрудников. В нашем случае — это определяющий фактор. Поэтому при небольшой штатной численности нам удается успешно справляться с самыми сложными задачами. Еще один аспект — это солидный опыт. За время существования компании мы выполнили порядка полутора сотен проектов. ■





INTERNATIONAL  
ASSOCIATION OF  
FOUNDATION  
CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ  
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

**7–8 СЕНТЯБРЯ / 2016**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-  
ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**“СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
И СТРОИТЕЛЬСТВА  
ФУНДАМЕНТОВ  
НА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ  
ГРУНТАХ”**

**Место проведения:**

г. Москва, Дизайн Отель, зал «Galaxy»

info@fc-union.com, [www.fc-union.com](http://www.fc-union.com)

тел.: +7 (495) 66-55-014

сот.: +7 916 36-857-36

# «ФОБОС» — НОВЫЙ БРЕНД РОССИЙСКОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ГНБ



*Челябинское ООО «ПК «Фобос» продолжает укреплять свои позиции как один из ведущих отечественных производителей буровых установок. В сегодняшней ситуации компания не только прекрасно вписывается в программу импортозамещения, но и, более того, выпускает уникальные модели техники, не имеющие аналогов за рубежом. «Фобос» предлагает огромный выбор бурового оборудования для различных целей и задач — от малогабаритных электрических и гидравлических установок для бурения скважин на воду до профессиональных буровых установок для инженерно-геологических изысканий.*



г. Челябинск,  
40 лет Октября, 33, оф. 26  
Тел.: 8 (800) 555-94-90  
8 (351) 217-15-50  
E-mail: fobospk@yandex.ru  
mgbu74.pf

Производственная компания «Фобос», будучи молодым предприятием и представляя новый бренд, возникла вовсе не на пустом месте — она является наследником небезызвестной компании «Партнер», реорганизованной в ноябре 2015 года. С тех пор инженеры «Фобоса» оперативно успели сделать огромное количество доработок и внести множество усовершенствований

в конструкторскую документацию, чтобы добиться еще более высокого качества продукции и расширить ее ассортимент.

— Главный принцип нашей работы — интерес покупателя превыше всего», — говорит генеральный директор ООО «ПК «Фобос» Александр Каштанов. — Именно такой подход позволил нам добиться успеха и признания на рынке. Но мы не собираемся останавли-





Генеральный директор  
ООО «ПК «Фобос»  
Александр  
Кашанов

ваться на достигнутом. Результат работы нашего конструкторского отдела — постоянное пополнение модельного ряда и совершенствование конструкции производимых установок.

В целом на качественно новый уровень деятельности «Фобос» вышел тогда, когда самостоятельно запустил производство бурового инструмента (буровая штанга под ГОСТ №12.2.003-91, расширители, пилоты и др.) для горизонтального направленного бурения. Каждое изделие при этом получает специальный паспорт и гарантию качества сроком до 12 месяцев.

За короткий период существования компании ею на данный момент осуществлено уже 11 отгрузок техники для горизонтального направленного бурения. Продукция была отправлена в несколько регионов РФ — в Ленинградскую, Московскую, Амурскую области, Удмуртскую Республику, Ханты-Мансийский автономный округ, Хабаровский край, — а также в Беларусь (Минск) и Казахстан (Алма-Ата, Астана).

Специалисты отмечают, что новая техника качественно отличается от ранее производимых в Челябинске аналогов. Вся она имеет дополнительные запасы прочности, оснащена современной надежной электроникой. Ассортимент продукции, отгруженной заказчикам, довольно-таки широк: от малогабаритной техники ГНБ траншейного и колодезного исполнения, такой как УГБНП 74 и УГБУП 74 (сила протяжки — от 20 до 40 т, длина протяжки — до 70 м, максимальный диаметр — 315 мм), до ГНБ 74М2, являющихся полноценными установками для горизонтального направленного бурения (выполнены на гусеничной базе, максимальная длина бурения — 400 м, диаметр расширения — 800 мм, максимальный крутящий момент — 8 000 Н·м, используется штанга длиной 3 050 мм).

Насколько правильной оказалась «челябинская стратегия», можно судить по тому факту, что за докризисный 2013 год штат предприятия-предшественника вырос почти

в 3 раза, и было отгружено заказчикам более 1650 установок, которые сейчас используются в разных уголках России и ближнего зарубежья.

— Нашу компанию, как и другие предприятия машиностроительной отрасли, затронул кризис, — рассказывает Александр Кашанов. — В связи с этим нам пришлось диверсифицироваться в направлении производства бурового



помимо главного офиса в Челябинске, имеет представительства в более чем 20 городах России и СНГ, включая наши «три столицы» — Москву, Санкт-Петербург, Казань.

При этом в «Фобосе», профессионально занимаясь развитием рынка ГНБ, проявляют заинтересованность не только в качестве производимой продукции, но и в высоком уровне предоставляемых сопутствующих услуг. В частности, клиентам предлагается прохождение курса бесплатного обучения для приобретения необходимых навыков работы с буровой установкой, после чего срок гарантии на данную технику увеличивается.

ГНБ, как известно, осуществляется в агрессивной среде, и со временем невозможно избежать выхода оборудования из строя. В ПК «Фобос» при этом стремятся к тому, чтобы ремонт не отнимал у клиента много времени и сил: сервисное обслуживание установок сделано доступным во всех регионах, где есть представительства компании.



Миссия компании «Фобос»: «Развитие профессионального рынка буровых услуг, позволяющих нашим клиентам в России и за рубежом получать высокую прибыль от вложенных ресурсов».

инструмента. Наша продукция полностью попадает под программу импортозамещения согласно Постановлению Правительства РФ от 30 декабря 2015 года.

Основными позитивными отличиями техники отечественного производителя от импортной являются:

- более привлекательная стоимость при аналогичном качестве;
- ремонтпригодность;
- простота в эксплуатации.

Присутствует в ассортименте и уникальная техника, которой нет в предложениях зарубежных производителей — например, лафеты ГНБ 74S и ГНБ 74S2.

Благодаря интенсивному развитию дилерской сети, на сегодняшний день компания,

Клиенториентированность производственной и маркетинговой политики предприятия заключается не только в предоставлении гарантии и различных гибких форм оплаты, но и в стремлении предложить «лучшую цену», в возможности изготовления продукции по конкретным пожеланиям заказчика, а также в развитии логистики, уже сегодня обещающей «доставку в любую точку мира в кратчайшие сроки».

— ООО «ПК «Фобос» не перестает воплощать новые идеи и планы, — отмечает руководитель компании. — Текущее положение дел и нынешние успехи позволяют нам и нашим клиентам с уверенностью смотреть в будущее. ■

# “PHOBOS” IS A NEW BRAND FOR RUSSIAN HORIZONTAL DIRECTIONAL DRILLING EQUIPMENT



***Chelyabinsk-based Production Company Phobos, Limited Liability Company continues to enhance its positions as one of the leading manufacturers of drilling equipment. Presently, the company is not only an organic part of the national import substitution program, but also a manufacturer of unique types of equipment, which are not produced in any other country of the world. Phobos offers a wide range of drilling equipment for various applications — from package electric and hydraulic installations for drilling of water wells to professional drilling installations for geological engineering surveys.***

**40 let Oktyabrya str., 33  
of. 26. Chelyabinsk, Russia  
Production company  
“FOBOS”  
Tel.: 8 (800) 555-94-90  
8 (351) 217-15-50  
E-mail: fobospk@yandex.ru  
мгбy74.пф**

**P**roduction Company Phobos, a young company introducing its new brand to the market, is not a newcomer: it succeeded a famous company Partner, reorganized in November’2015. Since then, the engineers of company Phobos have made a lot of improvements to their products and introduced significant changes to the design documentation in order to enhance the quality and further develop their product range.

— Our main principle is “The interests of our clients above all”, — says the General Director

of Production Company Phobos, LLC Alexander Kashtanov. — This attitude allowed us to succeed and achieve recognition at the market. But we are not going to rest on our laurels. The result of the work of our company’s design and engineering department is constant expansion of the model lineup and improvement of the manufactured installations’ design.

In general, company Phobos entered a new orbit, when it started independent production of a drilling tool (a drilling road in accordance with State Standard (GOST) No. 12.2.003-



91, hole openers, pilots etc.) for horizontal directional drilling. Every product receives a special certificate and a warranty period of up to 12 months.

For the short period of its existence the company has shipped equipment for horizontal directional drilling 11 times. The products were shipped to several regions of the Russian Federation — to the Leningrad, Moscow and Amur regions, the Udmurtian Republic, the Khanty-Mansijsk Autonomous District, the Khabarovsk Territory, as well as to Belarus (Minsk) and Kazakhstan (Alma-Ata, Astana).

Many specialists point out that the new equipment is much better than its analogues earlier produced in Chelyabinsk. All products have an additional strength margin, equipped with advance reliable electronics.

The range of products shipped to the customers is wide enough: from package horizontal directional drilling equipment for trench and wells digging, such as УГБНП 74 and УГБУП 74 (broach strength — 20-40 tons, broach length — up to 70m, maximum diameter — 315mm) to ГНБ 74М2, which is a full featured installation for horizontal directional drilling (on a crawler, maximum drilling length — 400m, opening diameter — 800mm, maximum rotational moment — 8 000N\*m, 3 050mm long rod is used).

The correct choice of the strategy in Chelyabinsk is evidenced by the fact that in 2013, before the economic crisis, the company's staff nearly tripled and more than 1650 installations were shipped to the customers, which are now operated in different parts of Russia and the neighboring countries.

— Our company, as well as other companies of the machine building industry was affected by the crisis, — says Alexander Kashtanov. — In this connection we had to diversify our activities and start producing drilling tools. Our products are in line with the program of import substitution according to the Resolution of the Russian Federation government dated December 30, 2015.

The main competitive advantages of the Russian equipment in comparison to the import one are:

- lower price for the same quality;
- reparability;
- easy operation.

The product range also has some unique equipment, which cannot be offered by a foreign manufacturer — for example, ГНБ 74S and ГНБ 74S2 carriages.

Due to intensive development of our dealer network, presently, the company, apart from its office in Chelyabinsk, has representative offices in more than 20 cities of Russia and the CIS,



The mission of company Phobos is development of the professional market for drilling services, which brings high return on investment to our clients in Russia and abroad.



including our “three capitals” — Moscow, Saint-Petersburg, Kazan.

At the same time, being professionally involved in development of the horizontal directional drilling market, the Phobos is interested in not only the quality of the manufactured product, but also in a high level of the related services. In particular, the company offers free training for its clients to teach necessary skills for drilling installations operation with extension of the warranty period. As is known, horizontal directional drilling is carried out in an aggressive environment, and the equipment breakdown cannot be avoided. Production Company Phobos makes sure that maintenance would not take much of the

client's time and effort: servicing is available in every region, where the company has its representative offices.

The client-centered production and marketing strategy means not only guarantees and flexible payment terms, but also the desire to offer the best price, readiness to manufacture custom products, and also development of the company's logistics, which is already capable to deliver products to any part of the world within the shortest terms.

— Production Company Phobos continues implementation of new ideas and plans, — says the company's manager. — The current success brings confidence to our clients and us in the future. ■

*Hydrofob GNB Research and Production Complex situated in the city of Volgodonsk (Rostov region, Russia) is a producer of drilling equipment. The factory has been the leading Russian designer and manufacturer of the equipment for Horizontal Directional Drilling (HDD) for 15 years. The company once started with small installations intended for foundation pits, then step-by-step developed into a big business designing and manufacturing innovative equipment for various applications.*



УГБ-2М. Компания ООО «СервисЭлектроСнаб» в городе Тольятти за период в три года проложила более 4 тыс. метров коммуникаций на установке УГБ-2М

## НПК «ГИДРОФОБ ГНБ»: «СДЕЛАНО В РОССИИ» – ЭТО «СДЕЛАНО ХОРОШО»

*Завод буровой техники «НПК «Гидрофоб ГНБ» в Волгодонске (Ростовская область) на протяжении 14 лет является основным российским разработчиком и производителем техники для горизонтального направленного бурения. Начиная с небольших установок котлованного типа, предприятие развивалось, постепенно разрабатывая и выпуская новую технику для решения разных задач. Сегодня завод готов предложить: установки от котлованного типа до самоходных буровых комплексов с силой тяги от 3 до 20 т; установки управляемого прокола от 18 до 80 т, в том числе колодезного исполнения; трубный разрушитель для замены старого трубопровода методом гидравлического разрушения с усилием тяги 80 т.*

— Основным преимуществом предприятия является то, что мы сами работаем на своих машинах, реализуя строительные проекты с применением метода горизонтального направленного бурения, — говорят специалисты Научно-производственного комплекса «Гидрофоб ГНБ». — Это позволяет проводить всестороннюю оценку работоспособности оборудования, выявлять слабые места и устранять их перед запуском техники в серийное производство.

При этом предприятие культивирует открытую производственно-маркетинговую политику, приглашая всех желающих посетить заводские цеха, посмотреть оборудование, оценить его работу на собственном полигоне.

— Наши специалисты готовы ответить на все вопросы и подготовить оборудование под выполнение именно ваших задач, — комментирует представитель компании. — Мы расскажем, в каких регионах работает наше оборудование, предоставим отзывы и

**ГИДРОФОБ**  
Научно-производственный комплекс

Россия, 347386

Ростовская обл., г. Волгодонск,  
ул. Гагарина, 68

тел./факс: 8 (8639) 25-96-50,  
25-97-16

E-mail: info@hydrophobe.ru

www.zavodgnb.ru



контакты клиентов. Вы сможете, позвонив, лично пообщаться с людьми, работающими на нашей технике, и получить для себя объективную картину, что представляет собой наше предприятие и его продукция.

Здесь следует добавить, что география использования оборудования НПК «Гидрофоб ГНБ» обширна. Даже на Сахалине и в Приморье, соседствующих с Китаем, где можно приобрести более дешевые установки ГНБ, есть клиенты, которые предпочитают технику именно волгодонского завода. Иркутск, Якутск, Барнаул, Томск, Абакан, Москва, Тамбов, Воронеж, Ростов-на-Дону, Краснодар, Ставрополь — это далеко не полный перечень российских городов, где работают выпущенные предприятием машины.

Как завод-изготовитель, НПК «Гидрофоб ГНБ» занимает равнодушную позицию и по части дальнейшей судьбы реализованной им продукции, обеспечивая комплексное техническое сопровождение клиента на протяжении всего периода эксплуатации оборудования. Предоставляется обучение сначала на полигоне производственной базы предприятия, а затем и на объекте заказчика. При возникновении проблем, вследствие тяжелых грунтовых условий или малого опыта буровой бригады, сервисный инженер завода немедленно выезжает на объект и сопровождает выполнение работ по ГНБ непосредственно на месте их производства. Так, не стал исключением даже Дальний Восток. Сопровождались работы на буровой установке УГНБ-3М4 для ООО «Южно-Курильский водоканал» на острове Кунашир, а для КГУП «Приморский водоканал» во Владивостоке совсем недавно, в минувшем мае, осуществлялось техническое сопровождение на установке самоходного типа УГНБ-4М2 в условиях скальных пород.

На протяжении 10 лет компания ежегодно участвует в профильных выставках общероссийского и международного масштаба, проводящихся в Москве, поскольку считает необходимым поддерживать свой статус завода-изготовителя отечественной техники при любых экономических реалиях. Надо отметить, что кризисная ситуация особенно ярко проявилась в этом году. На выставке «Строительная техника и технологии 2016», проходившей с 31 мая по 4 июня в московском «Крокус Экспо», из всех поставщиков и производителей, не только российских, но и мировых, один только волгодонский завод представлял технику ГНБ. А это, согласитесь, уже показатель. К особой чести предприятия, оно не ограничилось тем, чтобы оформить символический стенд, а привезло непосредственно оборудование, в том числе новые разработки, — что вызвало немалое удивление у посетителей, привыкших на-



**УГНБ-3М4.** Установка котлованного типа УГНБ-3М4 на о. Кунашир Курильские острова работает третий год в компании ООО «Южно-курильский водоканал», в тяжелых скальных грунтах проложено более 15 км коммуникаций



**УГНБ-4.** Самоходная установка УГНБ-4 отработала по Ростовской области более 5 лет, проложено более 40 км коммуникаций

блюдать на выставке мировых производителей, таких как DitchWitch и Vermeer.

— О нашем Волгодонске уже говорят, что это город, в котором выпускают технику ГНБ российского производства, — с гордостью отмечают в НПК «Гидрофоб ГНБ». — С нами ведут переговоры о поставках оборудования в рамках импортозамещения на региональном и федеральном уровнях. При этом мы твердо уверены, что российский производитель достоин внимания всегда. Не только сейчас, когда в условиях санкций и экономической нестабильности импортное оборудо-

вание резко подорожало, но и в благоприятной экономической ситуации надо развивать российское производство. Мы на своем примере стремимся показать, как это следует делать. Не именно в тот момент, когда «грянул гром», а планомерно, поступательно, шаг за шагом. Только так могут появляться проверенные, надежные, богатые опытом отечественные производители. «Российский завод буровой техники», «разработано и сделано в России» — для нас это статус, которым надо гордиться, и мы делаем все возможное, чтобы нести его с честью. ■



# РОБТ О СТАНДАРТАХ, КАЧЕСТВЕ И РАЗВИТИИ



*Increasing of the role of social organizations and creation of a modern normative and technical base, as well as international cooperation became, apart from the annual statement, the key topics at the ordinary General Meeting of the Members of the Russian Society of Trenchless Technology held on March, 30 in Saint-Petersburg.*

Сергей ЗУБАРЕВ

**30 марта в Санкт-Петербурге состоялось очередное Общее собрание членов НП «Российское общество по внедрению бестраншейных технологий» (РОБТ). Президент Российского общества по внедрению бестраншейных технологий и генеральный директор Объединения подземных строителей и проектировщиков Сергей Алпатов, открывая собрание, заострил внимание на повышении роли общественных организаций в РФ, несмотря на тяжелую экономическую ситуацию. По его словам, если в предыдущие годы в России их роль практически сводилась к нулю, то сейчас специально посвященный им раздел уже появился при подготовке к Госсовету. Можно надеяться, что в итоге настанет момент, когда общественные организации, в частности РОБТ, будут участвовать в проведении тендеров и конкурсов, по крайней мере, при распределении госзаказов, влияя на выбор компаний по критериям профессионализма.**

## К новым стандартам

Перейдя к отчету, президент РОБТ подчеркнул, что многие поставленные вопросы в прошлом году удалось решить именно благодаря консолидации сил отраслевого сообщества:

— Когда в министерства и ведомства идут документы за подписью и Тоннельной ассоциации России, и Российского общества по внедрению бестраншейных технологий, и Объединения подземных строителей, и

Международной ассоциации специалистов горизонтального направленного бурения — конечно, уровень внимания к этим письмам совсем другой... Поэтому мы смогли добиться определенных результатов. Мы сделали профессиональные стандарты, в частности, по машинистам тоннельного комплекса, по машинистам ГНБ, по специалистам в области гидроизоляции. Это все утверждено Минтрудом — и это первые шаги к тому, чтобы мы создали Центр оценки квалификаций.



Речь идет также о формировании профессионального реестра, а суть, в конечном итоге, заключается в том, чтобы «отсечь недобросовестные компании и некомпетентных специалистов от проведения тех или иных видов работ» — прежде всего, требующих особой ответственности.

Сергей Алпатов отметил, что за последние годы сделано немало:

— Разработаны 12 стандартов в области бестраншейных технологий: по микротоннелированию, горизонтальному направленному бурению, сооружению коллекторов как канализационных, так и коммуникационных — и ряд других стандартов, особенно связанных с новыми технологиями, на которые не было нормативных документов.

В прошлом году при определенной поддержке РОБТ также были разработаны два СП, которые сегодня выложены для обсуждения: «Водоснабжение и водоотведение. Правила проектирования и производства работ при восстановлении гибкими полимерными рукавами» и «Системы водоотведения городские и поселковые. Правила обследования». В этой области вообще не принимались какие-либо нормативные акты.

## К повышению роли

— Мы считаем, что самое главное — повышение роли общественных организаций, в частности Российского общества по внедрению бестраншейных технологий, — подчеркнул Сергей Алпатов. — Привлекательность участия в таких профессиональных сообществах заключается в том, чтобы их члены имели какие-то привилегии при получении подрядов, заказов. Мы добиваемся того, чтобы для высокотехнологичных работ главным критерием стало не снижение цены, а именно предквалификация. Чтобы четко можно было понять, какая фирма выходит на рынок, с какими технологиями и материалами и насколько качественно она может выполнить те или иные работы, в данном случае связанные с бестраншейной прокладкой инженерных коммуникаций.

Именно в этом направлении РОБТ и ставит свои задачи — создавая Центр оценки квалификации (ЦОК) в области бестраншейных технологий, занимаясь вопросами совершенствования системы нормативно-технической документации, подготовки и повышения квалификации специалистов. Чрезвычайно важным Сергей Алпатов также обозначил формирование системы добровольной сертификации и профессионального реестра отраслевых компаний и специалистов.

В развитие темы специалист по стандартизации Владимир Почкунов рассказал о федеральной нормативной базе, на основе которой будет работать ЦОК, в частности, уточнив, что с 1 июля предквалификация станет обязательной для допуска на особо опасные работы.

В РОБТе документы и требования для практического экзамена уже разработаны, материально-техническая база подготовлена, и Центр оценки квалификации в области бестраншейных технологий начнет функционировать одним из первых в стране.

Что касается юридической стороны создания системы добровольной сертификации, то в данном случае нормативной основой является национальный стандарт — ГОСТ Р 56002-2014 «Оценка опыта и деловой репутации строительных организаций».

— Есть две модели, факторная и экономическая, — пояснил Владимир Почкунов. — Мы будем проводить оценку по факторной модели — на основании таких факторов, как история, материально-техническая база компании и так далее, — после чего выдается сертификат, в котором указан индекс деловой репутации строительной организации, и сведения о ней вносятся в реестр.

Комментируя тему, Сергей Алпатов отметил, что поначалу отнесся к данной идее довольно-таки скептически, но, изучив этот стандарт, понял, что на самом деле есть достаточно объективные критерии, на основании которых можно оценивать уровень квалификации и способность организации выполнять те или иные работы.

## Модельный проект с ООН-Хабитат

Дополнительную содержательность собранию придали прозвучавшие в его рамках информационные сообщения о новых проектах и достижениях, связанных с бестраншейными технологиями.

Доцент СПбГУ, ведущий научный сотрудник Санкт-Петербургского научно-исследовательского Центра экологической безопасности РАН Николай Бобылев выступил с докладом «Об инициативе по модельному проекту мультимодального пересадочного узла и мониторингу индикаторов успешности его реализации». Речь идет о создании на границе Санкт-Петербурга и Ленинградской области комплексного ТПУ «Девяткино» с дополнительными коммерческими и социально-бытовыми функциями.

В качестве модели, демонстрирующей применение инновационных технологий, подобные крупные проекты в последние годы активно продвигала и финансировала

Еврокомиссия, а теперь к этому направлению подключился ООН-Хабитат (программа по содействию устойчивому развитию населенных пунктов). Обязательным условием является последующее осуществление мониторинга целевых показателей объекта. При их эффективности модельный проект может быть тиражирован в других городах и странах.

Район Девяткино является одним из самых «горячих» транспортных узлов петербургского региона. Сейчас речь фактически идет о разработке предпроектной градостроительной документации, в чем проявило заинтересованность Правительство Ленинградской области. На базе существующих в Девяткино станций метро, железной дороги и автостанции предполагается создать вокзальный комплекс с системой перехватывающей парковки, увязанной с выходом к Кольцевой автодороге Санкт-Петербурга.

По словам докладчика, представляется очевидным, что на объекте будет много работы по освоению подземного пространства — как непосредственно по строительству, так и по прокладке/перекладке коммуникаций.

— Мы можем в качестве экспертов выступить с инициативой, чтобы добиться выделения государственных средств, как под федеральную программу, — сказал Николай Бобылев. — В том смысле, что такой опыт крупного пересадочного узла будет актуален и для других регионов России. А ООН-Хабитат считает, что и для других регионов мира — например, для стран СНГ.

На сегодняшний момент есть костяк рабочей группы, в который входит и Сергей Алпатов. ООН-Хабитат выделил своего консультанта. Рассматривается возможность реализации проекта по схеме ГЧП.

— Почему этот вопрос вынесен на наше заседание? — комментирует президент РОБТ. — Чрезвычайно важной представляется роль профессионального сообщества в принципе. Такие проекты у нас в России не делались, тут нужно консолидировать лучшие силы и изучать зарубежный опыт.

## Адаптируя лучшие технологии

«Импортную» тему продолжил генеральный директор петербургского ООО «Транспецстрой» Николай Перминов, рассказав об эффективной технологии санации тоннельных коллекторов по японскому методу Капкосеи. По словам докладчика, к этому варианту компания пришла, образно говоря, не от хорошей жизни.

В Москве, Санкт-Петербурге, других городах-миллионниках протяженность

тоннельных коллекторов огромна. Так, в Северной столице это больше 300 км диаметром от 0,8 до 5 м, причем глубина заложения доходит до 70 м, что редкостный случай в мировой практике. Главная же проблема заключается в том, что все это проектировалось и строилось в основном в 50–60 годы прошлого века, при этом из-за экономии средств тогда практически не создавали тоннелей-дублеров, позволяющих проводить ремонт в условиях эксплуатации коллектора.

Оказалось, что готового решения нет вообще. Специалисты Транспецстроя рассмотрели более десятка технологий по



Те люди, которые принимают решения, иногда даже не знают, что такое микротоннелирование, горизонтальное направленное бурение. Наша задача — популяризация и рассказ о тех возможностях, о тех технологиях, которыми обладают наши строители.

*Сергей Алпатов, президент РОБТ*

санации из разных стран. В итоге выбор пал на японский метод, который впоследствии был адаптирован для местных условий. По словам Николая Перминова, благодаря этой технологии можно повторить контур санируемого сооружения. В российских условиях это особенно ценно тем, что позволяет избежать аварийных ситуаций, например при паводке или в связи с особенностями петербургских грунтов.

В районе Товарищеского проспекта (СПб) успешно выполнена санация тоннельного коллектора (длиной 850 м, глубиной 8–9 м, диаметром 1,8 м) способом спиральной набивки с последующим заполнением межтрубного пространства полимерцементным раствором. Предварительно были осуществлены работы по очистке и усилению свода углепластиком.

— Для России это точно впервые, как и для многих других стран, — сообщил Николай Перминов. — Наши специалисты проходили обучение в Японии. Работа продолжается и совершенствуется, вырабатываются другие методы. Японцы же, увидев наши условия, удивились: как здесь вообще такое можно сделать...

Резюмируя, Сергей Алпатов отметил, что износ коммуникаций, например, в Северной столице, составляет порядка 80%, и, пока они не отремонтированы и не модернизированы, ничего нового в старых районах

Петербурга строить нельзя. Соответственно, эффективная технология санации является необходимостью.

### В дискуссии к позитиву

О применении новаций, которое существенно тормозится отсутствием современной нормативно-технической базы, в дискуссионном формате рассказал директор петербургского ООО «Трубы Хобас» Дмитрий Яременко. При этом, по его словам, обязательными должны быть только требования, исключающие противоречия и неоднозначность толкования. Например, на сегодняшний день в некоторых ситуациях стандарты по оценке надежности материалов не соотносятся со стандартами по оценке надежности зданий и сооружений. Подобное нормотворчество осуществлялось на министерском уровне, но, по всей очевидности, при недостаточном участии отраслевой общественности.

— Вот мы говорим про санацию, — продолжил Дмитрий Яременко. — У немецких специалистов есть материал и стандарты, когда и какую технологию применять, в зависимости от степени разрушения санируемой трубы. У нас этого нет. Действительно, хотелось бы иметь отраслевую площадку, на которую бы обращались, зная, что здесь помогут решить такие вопросы.

Сергей Алпатов, со своей стороны, отметил, что профессиональное сообщество именно это и пытается сейчас сделать. Подробности сообщил следующий докладчик — член президиума Санкт-Петербургского Общества геодезии и картографии Евгений Ломакин, рассказав о создании рабочей группы «Информационно-технологическое обеспечение развития городского подземного пространства».

На первом этапе совместными усилиями комитетов по освоению подземного пространства НОСТРОЙ и НОПРИЗ предстоит разработать до конца текущего года, техническое задание по соответствующей дорожной карте. Речь идет о конкретном документе, который будет представлен в Минстрой, чтобы получить финансирование дальнейшей работы и юридическое развитие. Главная же отраслевая задача, по словам Евгения Ломакина, заключается в том, чтобы «создать такую нормативную базу, которая бы не сопротивлялась внедрению передовых методов — а она сейчас активно сопротивляется».

Еще одним лейтмотивом собрания стала тема важности международного сотрудничества, поднимавшаяся не раз. И снова в центре внимания оказался ход подготовки к XV Всемирной конференции Объединения исследовательских центров подземного пространства мегаполисов ACUUS 2016, которая состоится грядущей осенью в Санкт-Петербурге. В таком широком масштабе мероприятие пройдет в России впервые. Сергей Алпатов сообщил, что на момент проведения собрания зарегистрировались уже 188 иностранных участников из 20 стран, всего же ожидается около 500 гостей. Одна из секций будет посвящена непосредственно бестраншейным технологиям.

Отвечая на вопросы журнала «Подземные горизонты», президент РОБТ пояснил:

— Мы — в первую очередь, общественная организация и в данном случае должны рассказывать о тех технологиях, которые на сегодняшний день применяются во всем мире.

Особая значимость петербургской конференции ACUUS, по словам Сергея Алпатова, обусловлена тем, что комплексное развитие подземного пространства в России практически отсутствует, в чем наблюдается огромное отставание от развитых стран.

— Для нас очень важно, что сегодня происходит некий сдвиг: по крайней мере, в понимании того, что строить под землей надо, — комментирует глава РОБТ и ОПС. — Цель этой конференции — донести информацию до людей, которые принимают решения, и до всей общественности: «Господа, посмотрите, что делается в мире». ■





# ACUUS 2016

15<sup>th</sup> World Conference. Saint Petersburg

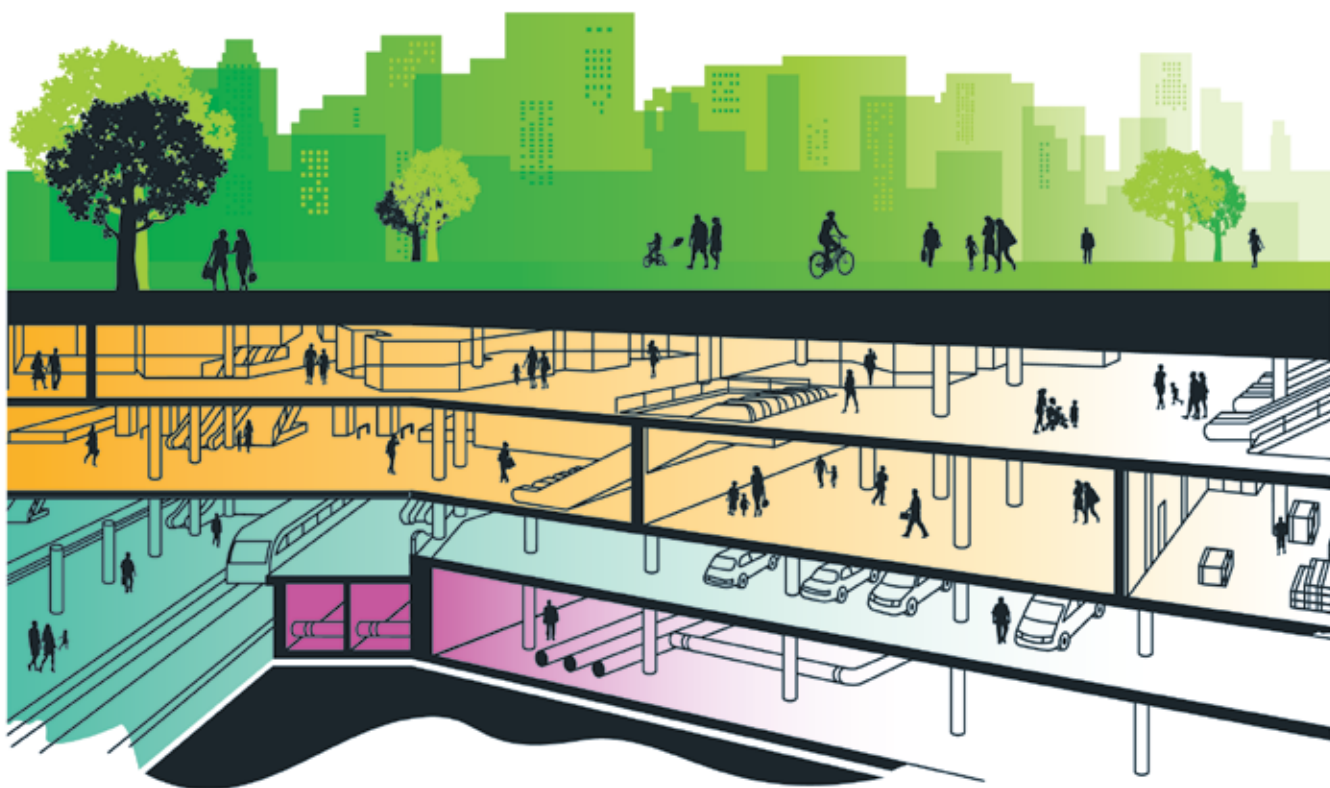
12–15 сентября 2016 года  
Россия | Санкт-Петербург

## 15-я Всемирная конференция

Объединения исследовательских центров подземного пространства мегаполисов

Ключевая тема конференции:

# Подземная урбанизация как необходимое условие устойчивого развития городов



От имени:



Объединение исследовательских центров подземного пространства мегаполисов

Организатор:



НП «Объединение подземных строителей»  
Тел.: +7 (812) 325 05 65

Оператор:



Компания «ПРИМЭКСПО»,  
в составе Группы компаний ITE  
Тел.: +7 (812) 380 60 05/00

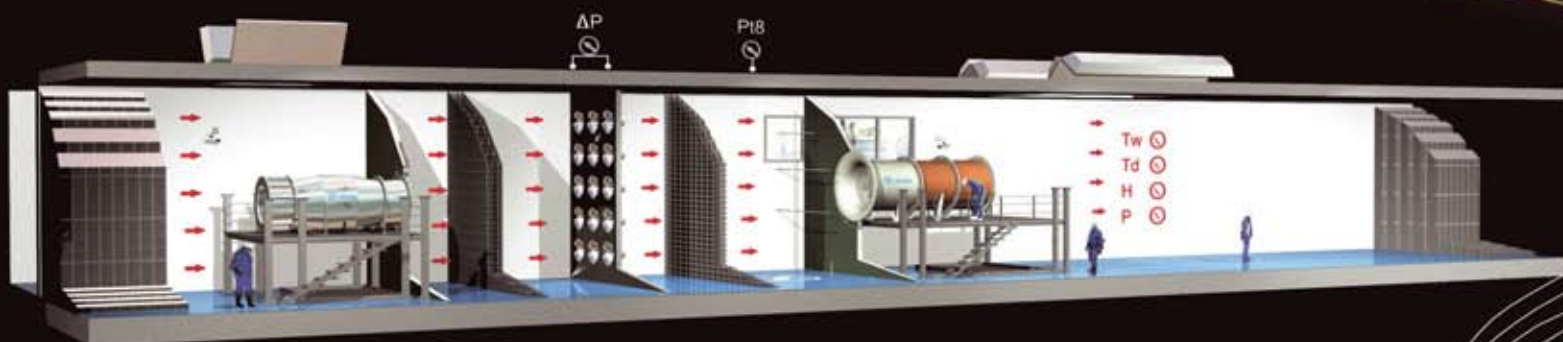
Генеральный информационный отраслевой партнер:



info@acuus2016.com  
acuus2016.com

0+

# Больше, чем системы вентиляции



Более чем 50-летний опыт, высокая степень технологической компетенции и квалификации персонала подтверждают уровень качества нашей работы, признанный наиболее ценным и авторитетным в нашей области



ООО «Зитрон»  
127055, г. Москва,  
Суцневская ул., д. 27, стр. 2, оф. 3. 6  
тел./факс: +7 (495) 539 36 91  
<http://www.zitron-russia.com>  
E-mail: [ooozitron@zitron.com](mailto:ooozitron@zitron.com)



ZITRÓN, S.A.  
Head Office: Autovía AS-II № 2386  
33392 Porceyo, Gijón. Spain  
P.O. box: 404 – 33280 – Gijón. Spain  
Telephone: +34 98 516 81 32  
Fax: +34 98 516 80 47  
E-Mail: [zitron@zitron.com](mailto:zitron@zitron.com)