

Безопасность в автодорожных тоннелях: тенденции общеевропейского проектирования

В.В. ШАБАНОВА, главный специалист отдела трассы, верхнего строения пути и эксплуатации тоннелей и метрополитенов, главный специалист по разработке разделов «ИТМ ГО и ЧС» и «Пожарная безопасность».
ОАО «Научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт «Ленметрогипротранс»

Проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт «Ленметрогипротранс» занимается проектированием автодорожных и железнодорожных тоннелей и метрополитена Санкт-Петербурга, а также других регионов нашей страны и, являясь подписчиком журнала Tunnel Management International, постоянно следит за состоянием вопроса безопасности тоннелей и метрополитенов за рубежом, а также участвует в конференциях, проводимых Tunnel Management International.

Актуальные задачи проектирования тоннелей

В конце апреля 2007 года в Ницце (Франция) состоялся Первый международный форум по безопасности автодорожных тоннелей и тоннелей для железнодорожного транспорта, включая метрополитены. Форум проходил под патронатом Tunnel Management International (TMI) — организации, постоянно проводящей международные семинары и конгрессы, выпускающей издания по вопросам тоннельной инженерии и безопасности в тоннелях.

Более 80 участников из 23 стран мира обсудили широкий круг проблем, затрагивающих текущие и будущие проекты по вопросам защиты конструкций, надежности всех систем эксплуатации, анализов риска, безопасности и менеджмента при эксплуатации тоннелей. На Форуме были представлены доклады ведущих мировых специалистов и экспертов в соответствующих областях, проведены дискуссии по ключевым темам. Большое внимание было уделено вопросам безопасности в автодорожных тоннелях.

Для нашего института эта тематика является актуальной. В последние годы развитие транспортной сети Санкт-Петербурга дало толчок к освоению подземного пространства города, появлению множества проектов тоннелей значительной протяженности в различных районах (тоннель С-1, тоннели в составе Западного скоростного диаметра, Орловский тоннель под Невой и

др.). Появились программы комплексного развития транспортной сети российских регионов. В настоящее время наш институт занимается проектированием целого комплекса автодорожных тоннелей Краснодарского края — в районе г. Сочи, на Олимпийской трассе, в обход г. Туапсе и др.

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.

Вот почему для нас интересен опыт наших 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.



Общеевропейский подход к вопросам стандартов проектирования

В первом полугодии 1999 года в Европе произошло два катастрофических пожара с интервалом в несколько недель — в тоннеле Монт Блан (Франция — Италия) погибло 39 человек, и в тоннеле Таурн (Австрия) погибло 12 человек. Эти два пожара вызвали шок у общественности и привлекли внимание политических деятелей. В результате на национальном, европейском и международном уровне развернулись новые дискуссии в отношении мер безопасности тоннелей и началась подготовка новых и более жестких стандартов. В октябре 2001 года произошел другой катастрофический пожар в тоннеле Сент-Готард (Швейцария), погибло 11 человек. Этот пожар усилил обеспокоенность общественности и привел к ускорению разработок мероприятий, направленных на ужесточение норм по безопасности.

Большинство работ, направленных на разработку международных рекомендаций, проводилось Всемирной дорожной ассоциацией (PIARC: www.piarc.org). Эта рабочая ассоциация создана в 1909 году и занимается вопросами планирования, проектирования, строительства, технического обслуживания и эксплуатации дорожных инфраструктур. Она объединяет 111 стран-членов и более 2000 чле-

нов 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 (ИТА: www.ita-aites.org), занимающейся вопросами геотехники, строительства и материалами. Комитет также сотрудничает с Организацией по экономическому сотрудничеству и развитию (ОЭСД: www.oesd.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.unecsc.org). Эта организация объединяет 55 стран и заключает различные европейские 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. На основе этих рекомендаций была подготовлена Директива по минимальным требованиям безопасности для тоннелей трансъевропейской сети автодорог в автодорожных тоннелях.

Европейский парламент и Совет ЕС утвердил разработанную Европейской комиссией Директиву и узаконил ее исполнение во всех 27 странах — членах ЕС, обязав государства-члены внести ее положения в свои соответствующие законодательные документы.

Таким образом, результатом совместных разработок на европейском уровне стало принятие в апреле 2004 года Директивы 20004/54/ЕС Европейского парламента и Совета по минимальным требованиям безопасности для тоннелей трансъевропейской сети автодорог. Большинство европейских стран законодательно закрепили принципы, изложенные в этой Директиве, 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 тоннелей, а также сроки и объем регулярных инспекций.

Директива основана на комплексной классификации тоннелей, которая сведена в табличную форму. Меры безопасности, приведенные в Директиве, базируются на рассмотрении всех аспектов системы, состоящей из инфраструктуры, эксплуатации, пользователей тоннеля и транспорта.

Кроме простых предписывающих условий в этот документ 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 того, чтобы тоннель был безопасным с момента пуска и в течение всего периода дальнейшей эксплуатации.

Директива содержит общие требования, которые раскрываются на уровне национальных нормативов.

Нужно отметить, что появление этого документа не изменило метода подхода к процессу проектирования в европейских странах, суть которого заключается в индивидуальном подходе к разработке системы безопасности для каждого отдельного тоннеля, а именно: норма-

тивы задают общие направления и минимальные требования по обеспечению безопасности объектов, а конкретные требования разрабатываются на стадии проектирования, на которой создается концепция обеспечения безопасности каждого конкретного 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 у нас не существует федерального нормативного документа для автодорожных тоннелей, обобщающего все требования по безопасности, который бы распространялся и на городские тоннели с большой интенсивностью движения транспорта. Кроме того, существующие отечественные нормативные документы по проектированию, строительству и эксплуатации автодорожных тоннелей содержат недостаточный объем требований, регламентирующих их пожарную безопасность, являющуюся одной из основных составляющих системы безопасности тоннелей.

Для проектировщиков в нашей стране Директива 20004/54/ЕС интересна также в связи с разработкой в настоящее время новых технических регламентов.

Общеввропейские исследовательские проекты

В настоящее время Европейским Союзом создано несколько крупных исследовательских проектов по безопасности



в тоннелях в рамках пятой и шестой базовых программ исследовательского и технологического развития. Ряд проектов длился с 2001 по 2004 год, и они сейчас завершены:

- **DARTS** (Долгосрочные и надежные тоннельные конструкции: www.dart-sproject.net). Направлен на разработку операционных методик по выбору в каждом отдельном случае экономичного тоннеля и качественных строительных технологий. Основная задача — минимизировать стоимость, увеличивающуюся на протяжении строительства тоннеля. Проект выполнялся 8 европейскими партнерами и координировался организацией COWI (Дания).

- **SafeTunnel** (Инновационные системы и основы для улучшения безопасности движения в автодорожных тоннелях: www.crfproject-eu.org). Рассматривает взаимодействие транспортных средств и инфраструктуры.

- **Sirtaki** (Усовершенствование систем безопасности в автодорожных и железнодорожных тоннелях с использованием передовых информационных технологий и вспомогательных моделей решений на основании интенсивных знаний: www.sirtakiproject.com). Направлен на разработку и оценку передовых систем управления тоннелями и обращает особое внимание на аспекты безопасности и аварийные ситуации. Данный проект полностью интегрирован в систему общего руководства сетью тоннелей. Он выполнялся консорциумом из 12 европейских партнеров и координировался организацией ETRA (Испания).

Один из самых крупномасштабных проектов с бюджетом 12 млн. евро был начат в 2002 году и завершен в 2006 году.

- **UPTUN** (Экономичные, обособленные и новейшие методики усовершенствования противопожарной безопасности в существующих тоннелях: www.uptun.net). Посвящен методикам по улучшению противопожарной безопас-

ности существующих тоннелей. Проект основывается на новейших технологиях и предлагает методологию оценки уровня безопасности тоннелей, а также определяет методы экономического совершенствования тоннелей. В проекте участвовало более 40 партнеров из 16 европейских стран. Он координировался организациями TNO (Голландия) и ENEA (Италия).

Для того чтобы обобщить совместный опыт и подготовить рекомендации, в рамках пятой базовой программы исследовательского и технологического развития также были проведены две тематические европейские разработки:

- **FIT** (Пожары в тоннелях: www.etn-fit.net). Проект длился с 2001 по 2005 год и разработал общую исходную базу для различных аспектов пожарной безопасности в тоннелях и отчет, касающийся проектов пожарной безопасности и аварийного реагирования.

- **Safe E** (Безопасность в тоннелях: www.safetunnel.net), начавшийся в 2003 и законченный в 2006 году. В проекте предложены рекомендации, включающие все аспекты безопасности тоннелей.

Часть партнеров, участвовавших в этих проектах, решили продолжить свои действия по улучшению подземной безопасности и после окончания своих контрактов с ЕС. Под патронатом Международной тоннельной ассоциации они создали новый Комитет по эксплуатационной безопасности подземных обустройств (ITA COSUF), цель которого — развить всемирные разработки для обмена знаниями и опытом, содействия кооперации, стимулирования исследований и улучшения безопасности.

Кроме того, 5 рабочих групп Технического комитета PIARC в настоящее время готовят отчеты по следующим основным аспектам:

- **WG1 (Эксплуатация)** — организация, подбор и подготовка персонала,

эксплуатация городских тоннелей с высокой интенсивностью движения;

- **WG2 (Менеджмент безопасности)** — интегрированный подход к безопасности, анализы риска, механизмы менеджмента безопасности;

- **WG3 (Человеческий фактор)** — человеческий фактор и безопасность, образование и информация по тоннельной безопасности, взаимодействие служб эксплуатации и аварийных команд;

- **WG4 (Связь и оборудование)** — направляющие знаки, площадки аварийной остановки, аварийные посты, видеонаблюдение;

- **WG5 (Вентиляция и пожар)** — вентиляция при эксплуатации, средства обнаружения пожара, проектное моделирование пожаров и работы систем вентиляции.

Эти отчеты публикуются с 2006 по 2008 год и будут обсуждаться на 23-м Всемирном дорожном конгрессе в Париже в сентябре 2007 года.

Разработка обобщенной международной методологии анализов риска

Кроме простых предписывающих условий, Директива 2000/4/ЕС включает требования по проведению анализа рисков, при разработке документации по безопасности.

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, соответствующую 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 состав-

лению документации по безопасности» — методология исследования специфических рисков, базирующаяся на изучении сценариев, разработанная Центром по изучению тоннелей во Франции (www.cetu.equipement.gouv.fr);

- «Анализы риска, относящиеся к транспортировке опасных грузов». Том 3 «Руководства по составлению документации по безопасности». CETU, Франция;

- IEC, International Standard 60300 — 3-9 «Анализ 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», и т.п.

Совместно с Европейской комиссией Технический комитет PIARC выполнил обзор национальных методологий и подготовил общие рекомендации, которые должны быть опубликованы в 2007 году. К апрелю 2009 года Европейская комиссия сможет предложить на одобрение общую согласованную методологию анализа рисков.

Новые обязательные категории автодорожных тоннелей 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 положениям любое ограничение в отношении перевозки опасных грузов через автодорожный тоннель 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 очень большому взрыву;

- **Категория С.** Ограничения категории В плюс ограничения для грузов, которые могут привести к большому взрыву и 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.

Определены дорожные знаки, соответствующие определенной категории тоннеля.

Новая система регулирования возникла из исследовательского проекта OECD/PIARC по транспортировке опасных грузов через автодорожные тоннели. Модель количественной оценки рисков (ORA), разработанная в рамках этого проекта, включает все характеристики, позволяющие высветить требования по безопасности к решениям, касающимся присвоению тоннелю той или иной категории по ADR.

В конце 2009 года это должно стать единственным способом ограничения транспортировки опасных грузов через любой европейский тоннель.

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;

- определен механизм контроля и указаны органы, контролирующие безопасность тоннелей на стадии проектирования, приемки тоннеля в эксплуатацию и самой эксплуатации;

- определена технология и указан порядок и регулярность мер, направленных на поддержание и улучшение мер безопасности тоннеля в течение всего срока эксплуатации;

- ведутся работы по созданию единых основополагающих методик;

- ведется регулярная статистика инцидентов и аварий в существующих тоннелях, данные которой используются на стадии проектирования;

- ведутся работы по реконструкции автодорожных тоннелей по приведению их в соответствие с требованиями последних нормативных документов.

Все это свидетельствует о том, что усиление безопасности стало в последние годы одним из приоритетных направлений при проектировании, строительстве и эксплуатации автодорожных тоннелей, играющих существенную роль в развитии экономик европейских регионов, обеспечивающих высокий постоянный уровень безопасности, обслуживания и комфорта граждан на автомобильных дорогах.

В заключение хотелось бы еще раз подчеркнуть актуальность создания в нашей стране федерального нормативного документа для автодорожных тоннелей, обобщающего все требования по безопасности, который бы распространялся на все автодорожные тоннели, включая городские, и содержал бы достаточный объем требований по всем разделам безопасности. Важно также провести утверждение этого документа в установленном порядке в сжатые сроки.

Проработанная, взвешенная общероссийская стратегия в области тоннельной безопасности обеспечит высокий уровень безопасности сети автомобильных дорог, необходимые условия дальнейшего развития экономики и создание высокого уровня жизни всех регионов нашей страны.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Директива 2004/54/ЕС Европарламента и Совета Европы от 29 апреля 2004 г. по минимальным требованиям безопасности для тоннелей трансевропейской дорожной сети // *Official Journal of the European Union*, L 201/56. — 2004. — 07.06.

2. *Lacrois D.* Стандарты для автодорожных тоннелей. Пятая международная конференция по безопасности в автодорожных и железнодорожных тоннелях. Марсель, Франция. 6–10 октября 2003 г.

2. *Lacrois D.* Направления действительного менеджмента безопасности в автодорожных тоннелях: Французский и международный опыт // *Tunnel Management International*. — 2006. — № 3–4.

3. *Lacrois D.* Как следует понимать новые обязательные категории автодорожных тоннелей по опасным грузам // Первый международный форум по безопасности автодорожных и железнодорожных тоннелей. Ницца, Франция. 23–25 апреля 2007 г.

4. *Jonsson J.* Количественный анализ рисков при пожаре: городские автодорожные тоннели // Первый международный форум по безопасности автодорожных и железнодорожных тоннелей. Ницца, Франция. 23–25 апреля 2007 г.

5. *Cajaro E., Focaracci A., Guarascio M.* Количественный анализ рисков для безопасности тоннелей // *Tunnel Management International*. — 2006. — № 3–4.

6. *Day J.* Предупреждение, обнаружение, давление, защита: Идем ли мы в правильном направлении? // Первый международный форум по безопасности автодорожных и железнодорожных тоннелей. 23–25 апреля 2007 г.

7. СПб филиал ВНИИПО МЧС РФ. Отчетная справка №39-11.06 «О научно-исследовательской работе». — СПб, 2006.