

ЭКСПЕРТИЗА КАК КЛЮЧ К ОПТИМАЛЬНОМУ ВЫБОРУ

Строительство туннелей требует огромных инвестиций. Но инвестиции могут быть на вес золота. Недаром по всей Европе заинтересованные организации готовы модернизировать существующие туннели и выделить средства для новых туннелей, пролегающих под реками, горами и городскими центрами. В качестве примера можно привести железнодорожные туннели в Альпах и туннели, пролегающие под проливом Ла-Манш, а также продление туннелей метро в городских центрах в целях предотвращения заторов на дорогах. Экономическая ценность туннелей становится очевидной, когда существующий туннель внезапно становится недоступным. Например, это стало мучительно ясно после пожара в туннеле Монблан. Региональная экономика долины Аоста получила значительный удар, когда туннель был недоступен в течение нескольких лет.



БЕЗОПАСНОСТЬ, НА КОТОРУЮ МОЖНО ПОЛОЖИТЬСЯ

Выбор двух отдельных труб, поперечное соединение... 80-90% инвестиций в туннели касаются непосредственно безопасности. Пожарная безопасность является очень важной частью этого. В данной области возможно большое количество выбора – с существенными последствиями для безопасности и затрат. Своевременный выбор, основанный на современных знаниях, может привести к созданию безопасного туннеля с прочными и надежными системами безопасности при привлекательном уровне затрат. В настоящее время все больше контрактов имеют форму «проектирование, строительство и техническое обслуживание». Следовательно, строительный подрядчик выберет ту сторону, которая сможет наилучшим образом продемонстрировать способность управлять безопасностью туннелей, их доступностью и затратами. Компания Efectis поддерживает клиентов в решении этих факторов вплоть до мельчайших деталей.



Строительство временного туннеля для проведения ситуативных пожарных испытаний

ВПЕЧАТЛЯЮЩИЙ УРОВЕНЬ ЗНАНИЙ

В течение десятилетий компания Efectis формировала свои впечатляющие позиции в области знаний пожарной безопасности в туннелях. В значительной степени это связано с недавним участием в крупномасштабных европейских исследовательских программах, например таких, как FIT, DARTS и UPTUN. В международном плане Нидерланды являются ведущей страной в области безопасности в туннелях. На национальном уровне применяется строгая европейская директива по безопасности в туннелях; однако компания Efectis стремится превзойти это. Более того, представитель компании Efectis в Нидерландах является главным членом технического комитета NFPA 502 «Стандарта дорожных туннелей, мостов, а также иных автомагистралей с ограниченным доступом».

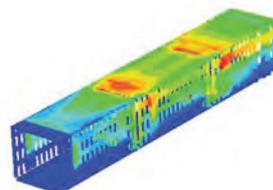


Полномасштабное пожарное испытание в туннеле при помощи активируемой системы дренчерного пожаротушения

Пример роли компании Efectis как лидера можно найти в так называемой кривой пожара «Rijkswaterstaat» (RWS) для оценки прочности туннельной конструкции. Данный метод оценивания был разработан компанией Efectis в сотрудничестве с Датским министерством транспорта, общественных работ и водного хозяйства, метод применяется во всем мире, например в таких регионах, как Скандинавия, Ближний Восток, США и Сингапур. Конечно компания Efectis выполняет не только испытательные и расчетные работы в соответствии с существующими процедурами, но также проектирует соответствующие и экономически эффективные методы испытаний. Обладая этой компетенцией, компания Efectis стоит особняком от других когда речь заходит о консультировании клиентов по вопросам ответственного инвестирования в меры безопасности и достижения высокой доступности туннеля.



Авторское право в Евротуннеле



Моделирование с применением методов вычислительной газодинамики температурного развития и динамики пожара подвижного состава в туннеле пролива Ла-Манш

ПОСТОЯННОЕ РАЗВИТИЕ ЗНАНИЙ

Компания Efectis принимает активное участие в крупномасштабных европейских испытаниях по возникновению пожаров в туннелях, которые направлены на изучение развития и последствий крупных пожаров. Примером таких крупномасштабных пожарных испытаний является оценка влияния различных систем пожаротушения вероятность взрыва танкера во время пожара в туннеле. Это исследуется в сочетании с условиями, где люди могли бы подвергнуться непосредственному воздействию такого пожара. Эта работа привела к новаторским данным, которые могут иметь важное значение при оценке риска взрыва кипящей жидкости расширяющегося пара (BLEVE) во время пожара в туннеле.



Танкер для оценки риска взрыва при расширении паров кипящей жидкости во время пожара в туннеле

Развитие знаний компании Efectis это непрерывный процесс. Это видно, например, из строительства временного полномасштабного туннеля размером 70x80 метров на площадке компании Efectis. Таким образом, Efectis провела испытания, которые предоставили возможность получить ценные знания о работе новых систем пожаротушения. Данное знание будет переработано в инструменты расчета для других применений.

ПЕРЕДАЧА ЗНАНИЙ



Испытание на огнестойкость туннельной двери напротив вертикальной печи на рабочей площадке Efectis в Нидерландах

Компания Efectis не держит имеющиеся знания при себе, а активно распространяет свой опыт работы с туннелями. В рамках проекта «Послеузовское образование» мы можем передать эти знания. Помимо этого мы развиваем и организуем курсы по безопасности подземной инфраструктуры. Также компания Efectis представляет своих сотрудников на презентациях на международных конференциях, а также семинаров. Примером может послужить наш значительный вклад в образовательные туры по Австралии, Китаю, США и Скандинавии.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ И СВОЕВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ

Разумеется, что знания компании Efectis являются не только теоретическими, но также они основаны на реальных испытаниях и реалистичных проектах. Почти все крупномасштабные проекты по строительству туннелей в Нидерландах осуществлялись при помощи компьютеров компании Efectis, а компоненты туннелей проходили как крупномасштабное тестирование в печи, так и тестирование в уменьшенном масштабе. Помимо этого компания внесла свой вклад в решения пожарной безопасности в рамках большого числа проектов строительства туннелей за пределами Нидерландов. Мощь компании Efectis состоит в простых решениях. Данная компания, основанная на знаниях, разрабатывает идеальное сочетание крупно- и маломасштабных испытаний, а также простых и сложных расчетов для оптимального экономического решения. Более того, компания Efectis привносит с собой гибкость, которая позволяет как можно быстрее проводить соответствующую оценку.

СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Участие компании Efectis в проектах по строительству туннелей охватывает множество ролей и областей специализации. Одна из таких специализаций занимается тестированием и оценкой систем пожарной безопасности, а также их эффективностью. Среди прочего сюда входит вентиляторы и вентиляционные режимы как основное средство для контроля пожара, распространения дыма и возможности для спасения. Помимо прочего Efectis принимает активное участие в тестировании новых систем. Примерами этого являются усовершенствованные системы пожаротушения на основе кислородного истощения, спринклерные установки, водяной туман, компрессионная пена и целенаправленное тушение.



Полномасштабное пожарное испытание на полигоне TST в Испании

Что касается мер пожарной безопасности, то особенно важна согласованность мер и систем. Две и более хорошие индивидуальные системы могут иметь взаимоисключающие характеристики и эффекты. В сочетании такие, казалось бы, простые системы могут внезапно проявлять непредсказуемое поведение. Именно по этой причине важно проводить совместное тестирование систем. Хорошая слаженность способствует не только управлению безопасностью и затратами при строительстве туннеля, но и его доступностью. Сочетание индивидуально хороших, но слишком сложных систем может привести к ошибкам, а также ограничению доступности всего туннеля. Эмпирическое правило состоит в том, что простота и надежность тесно связаны.

РОЛЬ КОМПОНЕНТОВ

Efectis разбирается во влиянии строительных элементов на весь туннель. Тестирование туннельных дверей в печи показывает, как много тепла проникает через дверь. Это, например, имеет большое значение, когда электроустановки расположены за дверью. Также вопросы, касающиеся аспектов монтажа и изоляции электрических кабелей не содержат секретов для компании Efectis. На практике слишком часто случается, что неожиданные мелочи противодействуют дорогостоящим мерам: «дьявол кроется в деталях» - фраза, которую использует Efectis.



Открытая сторона сегмента туннеля после проведения тестирования на огнестойкость. Из-за сколов бетона видна арматура внутри него

БЕЗОПАСНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО – БЕТОННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ И СТРУКТУРНЫЕ РАСЧЕТЫ

Термостойкая облицовка в основном предназначена для предотвращения разрушения бетона – сколов небольших кусочков от бетона – в случае пожара. Часто случается, что туннель выдерживает напор огня, но размер ущерба, нанесенный бетонной конструкции, скорее всего, останется неопределенным. До сих делается предположение, что пожар доходит до глубины около десяти сантиметров – остальная часть конструкции остается незатронутой пожаром. Исследования, проведенные компанией Efectis ясно показали, что растрескивание бетона может также происходить в так называемой «холодных» частях туннеля. Такие растрескивания можно найти по всему потолку туннеля, глубина трещин составляет от одного до полтора метров. Растрескивание происходит в основном в тех частях конструкции, где механическая нагрузка является наибольшей; эти части имеют важное значение для несущей способности туннеля. Это исследование, которое ставит под сомнение существующую практику, было удостоено премии Международной ассоциации туннелестроения (ITA / COSUF). (ITA/COSUF).



Масштабные испытания и компьютерное моделирование растрескивания на незащищенной стороне туннельной конструкции после пожара. Исследования, проведенные компанией Efectis, показали, что во время пожара в туннеле трещины возникают на незащищенной стороне подводной конструкции туннеля на частях нагрузки. Трещины, которые возникают во время пожара, не исчезают после него, и их вообще невозможно увидеть изнутри туннеля, т.к. незащищенная сторона либо не видна, либо недоступна. Различные вторичные последствия трещин могут привести к длительной проблеме в долгосрочной перспективе (ухудшение арматуры)

МЕХАНИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА СЕГМЕНТОВ ТУННЕЛЯ

Для того чтобы учесть эффект сколов бетона при тестировании на огнестойкость, очень важно, чтобы испытуемый образец представлял собой не только фактическую структуру туннеля (т.е. бетонную смесь, геометрию), но и чтобы испытуемый образец подвергался реалистичным механическим нагрузкам. Компании Efectis имеет специальную нагрузочную раму с гидроподъемниками для создания условий реальной нагрузки в фактическом сегменте туннеля во время тестирования его на огнестойкость. Эта рама дает возможность клиенту выполнять экономически выгодные и репрезентативные испытания туннеля.

С января 2017 года компания Efectis использует нагрузочную раму второго поколения с массивной грузоподъемностью в 1000 тонн.

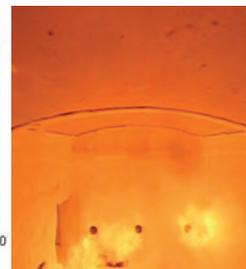
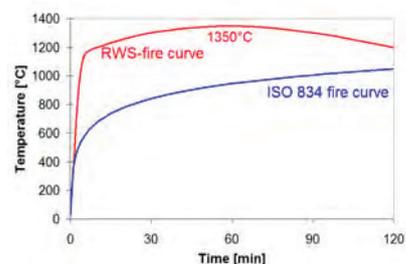


Рама для нагрузки, используемая для противопожарных испытаний в облицованном туннеле

БЕЗОПАСНАЯ КОНСТРУКЦИЯ – ОБШИВКА

Важным направлением работы компании Efectis является обеспечение структурной безопасности во всех ее формах. Примером этого может являться утепление стен туннеля термостойкой облицовкой. Нанесение толстого слоя термостойкой облицовки часто возможно, но всегда ли это необходимо? Специальная смесь бетона с добавками, такими как полипропиленовые волокна, возможно в сочетании с более тонким слоем термостойкой футеровки может выступать в качестве альтернативы.

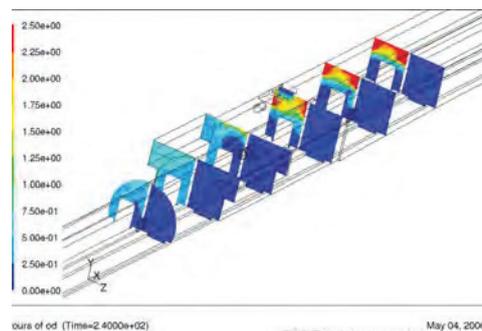
Моделирование вероятных сценариев дает возможность понять каким температурам будет подвергаться стена туннеля во время пожара, и какой изоляционный материал подходит для этого. Если максимальная температура не слишком высока, то возможны более экономичные решения. Efectis одна из немногих компаний в мире, которая имеет возможность проводить тестирования при максимальной температуре в 1350 градусов Цельсия, в соответствии с кривой пожара Rijkswaterstaat (RWS). В некоторых случаях использование этой кривой предписано в проекте строительства туннеля. Когда нет веских причин для использования этой кривой, Efectis приводит доводы в пользу альтернативного сценария пожара и связанных с ним решений, консультируясь со сторонами, ответственными за оценку. Такие решения могут отклоняться от действующих правил, но на самом деле они эквивалентны им.



Кривая пожара Rijkswaterstaat или RWS характеризуется очень быстрым развитием температуры во время первой минуты тестирования на огнестойкость и максимально высокой температурой до 1350 °C через 60 минут

ПРЕДСКАЗУЕМОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДЫМА

Расчеты по гидродинамическому моделированию (CFD) сделанные Efectis внесли свой вклад в несколько проектов по строительству туннеля с точки зрения пожарной безопасности и экономии средств. В этой области не существуют общие отправные точки. Практический пример может четко это прояснить: туннель Groene Hart в Нидерландах использует продольную вентиляцию, проходящую через шахты. Клапаны в шахтах были включены в проект. В случае пожара эти клапаны закрываются для обеспечения более эффективной работы системы вентиляции. Но проведенное Efectis моделирование CFD, показало, что в отсутствие этих клапанов результат будет столь же благоприятным. Это означает значительную экономию. И наоборот, моделирование CFD для туннеля в Роттердаме показало, что клапаны действительно играют важную роль. Важным компонентом моделирования является вопрос своевременной эвакуации людей. Последние научные исследования в области человеческого (группового) поведения были включены в расчетные инструменты.



Моделирование с применением методов вычислительной газодинамики – распространение дыма в высокоскоростном туннеле Groene Hart

МОБИЛЬНЫЕ ПЕЧИ

Efectis является первой компанией в мире, которая способна проводить реалистичные испытания на огнестойкость на испытательной площадке при помощи мобильной печи. Фирменное наименование передвижной концептуальной схемы печи MobiFire, которое переводится как передвижная огнестойкость (Mobile Fire Resistance). Efectis разработала два поколения мобильных печей, которые могут отслеживать кривую изменения температуры в туннеле по времени, в том числе кривую пожара RWS.



Сегмент испытательного туннеля на рабочей площадке

Характеристики MobiFire:

- Тестирование в реальных условиях
- По сравнению с тестированием на огнестойкость в лаборатории, затраты снижаются для существующих конструкций
- Возможность тестирования существующих неподвижных структур, таких как сооружения и туннели
- Новый способ тестирования дает возможность выбора экономически эффективной системы противопожарной защиты
- Нет необходимости в 90-дневном сроке высыхания бетонных плит для существующих конструкций
- Легкое испытание различных альтернативных противопожарных решений при реальных применениях
- Избегайте затрат на отправку команды, чтобы засвидетельствовать испытание огнем

ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЯ НА РАБОЧЕЙ ПЛОЩАДКЕ

Efectis располагает не только средствами для проверки эффективности продуктов и систем пожарной безопасности в соответствии со стандартами, но также имеет возможность осуществлять тестирование на рабочей площадке в существующих реальных туннелях, на натуральных испытательных установках или в любом другом желаемом месте. Мы имеем свободный доступ к 600 метровому испытательному туннелю на Тестировании безопасности туннелей в Испании (TST), современному испытательному туннелю, полностью предназначенному для проведения испытаний на пожаротушение и обучению пожарных. У нас имеется хороший опыт с доступной рабочей силой и инфраструктурой.



Туннель для полномасштабных испытаний на TST полигоне в Испании, выделенный для всех видов пожарных испытаний. Компания располагает средствами для проведения испытаний связанные с системой дымоудаления и вентиляции (в туннелях, офисах, высотных зданиях...) на месте работ



- Тестирование механической системы дымоудаления
- Тестирование системы естественного дымоудаления
- Полномасштабное тестирование туннеля

ПОСЛУЖНОЙ СПИСОК

Компания Efectis участвовала во многих проектах по строительству туннелей по всему миру. Здесь мы приводим подборку таких проектов:

Железнодорожные туннели

Нидерланды: Groene Hart Tunnel, Dordtse Kil Tunnel, Oude Maas Tunnel, Tunnel Rotterdam Noordrand, Botlek Rail Tunnel, Sophia Rail Tunnel.
Другие туннели: Beveren Spoortunnel, Antwerp, Kennedy Spoortunnel, Antwerp (Бельгия), Евротуннель между Францией и Великобританией, туннели Crossrail в Лондоне, Великобритания, Туннель Мармарай в Стамбуле, Турция.

Автомобильные туннели

Нидерланды: (Nederland) Хубертус туннель в Гааге, IJtunnel в Амстердаме, Markt-Maastunnel в Маастрихте, Roer-en Swalmentunnels в Рурмонде, Наземный тоннель A2 Leidsche Rijn в Утрехте, Westerscheldetunnel, Maastunnel в Роттердаме, Koningstunnel в Гааге.

Франция: (France) туннель du Foix, Maurice Lemaire Tunnel, Brotteaux-Servient Tunnel в Лионе, туннель Saint Germain (A14), туннели Parette & Tilleuls в Марселе, туннель Saint-Mandrier, Автодорожный туннель Орли (RN7), Автодорожный туннель Мон-Сьон (A41), Автодорожный туннель в Монако.

Другие туннели: туннель Dublin Port Tunnel в Ирландии, несколько туннелей в Китае и Сингапуре, туннель Оресун в Дании, туннели на трассе M25 в Лондоне Великобритания, туннель Oosterweel-link в Антверпене, Бельгия, туннель Порт Майами, США, туннель Луи Ипполита Лафонтена, Монреаль, Квебек, Канада

ПОДЗЕМНЫЕ СТАНЦИИ

Нидерланды: туннель Tramtunnel в Гааге, туннель Statentunnel в Роттердаме, Noord Zuidlijn, Амстердам

Франция: железнодорожная станция TGV в Чесси (77) в парижском Диснее, железнодорожная станция TGV в Мессе, станции метро в Страсбурге, Тулузе, Париже и Мадриде.

Efectis

Efectis Era Avrasya, Türkiye
Dilovası OSB Mahallesi,
Firat Caddesi, No: 18
41455 Kocaeli / Türkiye

www.efectis.com

Компания Efectis является экспертом в области пожарной науки, техники, проектирования и моделирования, анализа рисков, испытаний, инспекции и сертификации. Компания охватывает все возможности пожарной безопасности и нововведения в области тестирования и моделирования по всему миру, чьи офисы и лаборатории располагаются во Франции, Нидерландах, Испании, Турции, Северной Африке и на Ближнем Востоке.