



ТОННЕЛИ НА ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МАГИСТРАЛЯХ

Олег ШЕЛГУНОВ,
инженер ОАО «НИПИИ
«Ленметрогипротранс»

Ключевые слова: железнодорожные тоннели, высокоскоростные магистрали, аэродинамические процессы, численное моделирование, аэродинамическое давление

Одним из основных принципов модернизации и развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации на ближайшую перспективу является создание интегрированных высокоскоростных железнодорожных магистралей (ВСМ) со скоростями движения поездов свыше 250 км/ч. Согласно паспорту государственной программы «Развитие транспортной системы», федеральному проекту «Развитие высокоскоростных железнодорожных магистралей» следует приступить к проектированию высокоскоростной специализированной железнодорожной магистрали (ВСМ) Санкт-Петербург – Москва.

Как показывает мировой опыт, доля протяжённости тоннелей в составе ВСМ значительно выше, чем на обычных железных дорогах. Общая тенденция

мирового тоннелестроения, современные требования безопасности определяют преимущественно сооружение однопутных тоннельных пересечений на ВСМ (рисунок 1): преобладают ва-

рианты с поперечными сбойками и сервисными тоннелями; при протяжённости тоннелей более 20 км может быть предусмотрено наличие подземных многофункциональных станций.



Руководствуясь опытом проектирования и эксплуатации ВСМ отмечено, что тоннели являются не только средством преодоления препятствий, но и сооружениями, предназначенными улучшить эксплуатационные качества магистралей, сохранить ландшафты, природные заповедные и охранные зоны, селитебные территории. В связи с ужесточившимися требованиями по охране окружающей среды в условиях спокойного равнинного рельефа часть линий может быть проложена в тоннелях. Устройство трассы ВСМ по кратчайшему направлению на пересеченной местности, как правило, требует сооружения нескольких небольших по протяженности тоннелей. Проектные решения, принятые в последние годы в разных странах, показывают, что при пересечении водных преград на ВСМ по совокупности факторов в сравнении с мостовыми переходами зачастую предпочтительными являются тоннельные варианты [1].

Из международной практики строительства и эксплуатации тоннелей на ВСМ установлено: наря-

ду с требованиями обеспечения надёжности и долговечности, для достижения экономической целесообразности строительства определяющими задачами становятся аэродинамические процессы, возникающие в тоннелях при прохождении высокоскоростных поездов, вопросы обеспечения комфорта и безопасности пассажиров и экипажа. В зарубежных нормативах определено, что окончательные размеры поперечного сечения тоннеля при скоростях более 200 км/ч определяется возникающими аэродинамическими явлениями. Основным аэродинамическим воздействием являются перепады давления, которые при высоких скоростях движения поезда, как правило, имеют неблагоприятный характер (рисунок 2).

Согласно действующей нормативной документации [2]: необходимо минимизировать величину избыточного аэродинамического давления в тоннеле; необходимо провести специальные исследования для принятия решений по снижению колебаний аэродинамическо-

го давления в тоннелях; конструктивные решения должны обладать улучшенными аэродинамическими свойствами.

В случае решения задачи аэродинамического взаимодействия тоннелей и поездов при движении со скоростями до 400 км/ч проектирование тоннелей на ВСМ, ввиду отсутствия отечественных экспериментальных и опытных данных, особое значение приобретают методы исследования с использованием численного моделирования в объемной постановке задачи. Одним из наиболее распространенных и рациональных методов решения задач аэродинамики является метод конечных объемов с различными типами подвижных сеток.

Результатом исследований стали эпюры распределения давления воздушных масс, траектории воздушных потоков (рисунок 3). Были определены характерные зоны сжатия и разрежения, а также величины аэродинамического давления; определены участки наиболее неравномерного проявления дав-

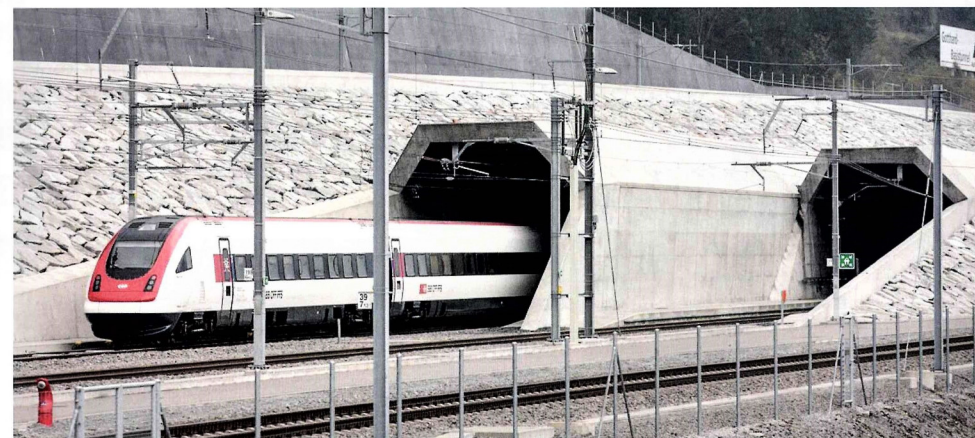


Рисунок 1. Портал Готардского базисного тоннеля на ВСМ

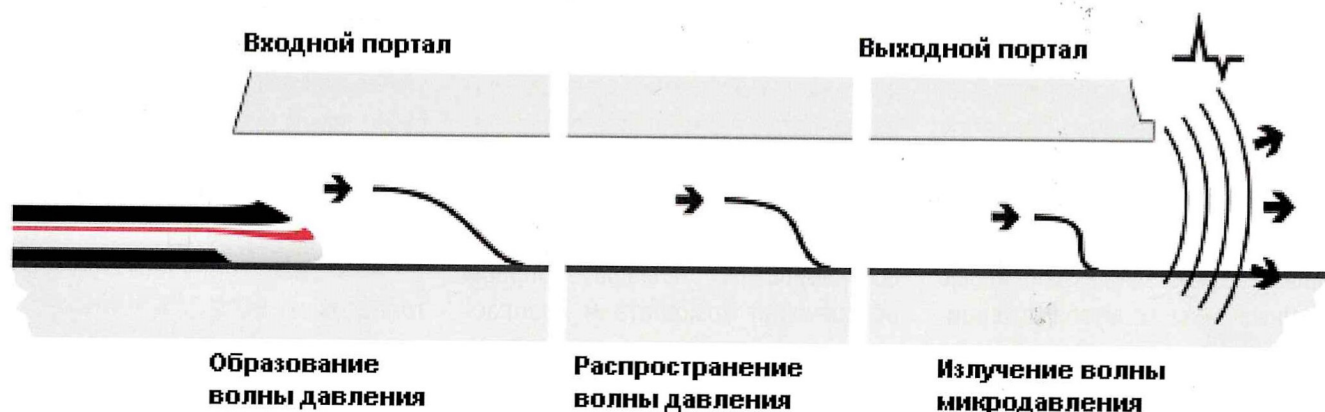


Рисунок 2. Образование волн давления при движении поезда в тоннеле на ВСМ

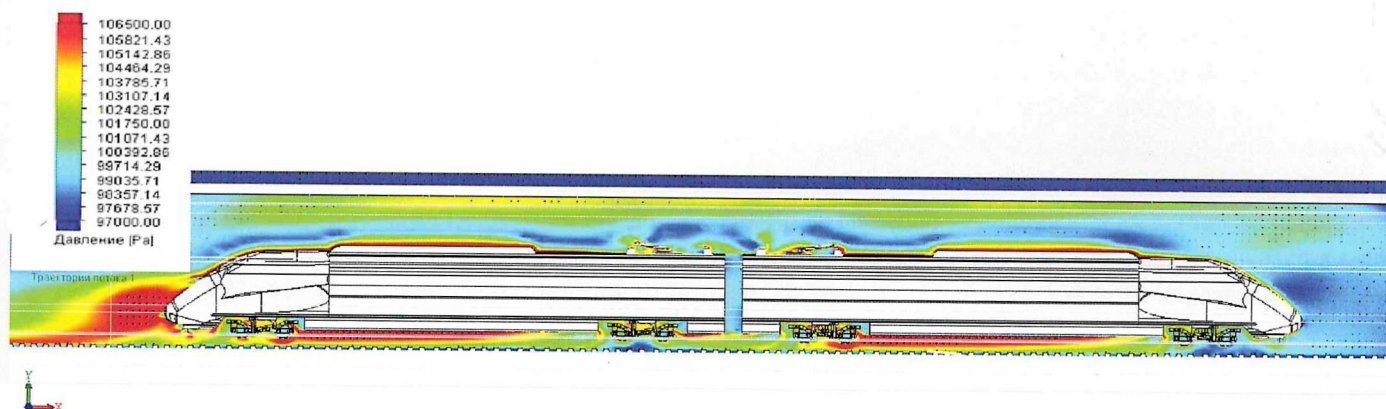


Рисунок 3. Эпюра аэродинамического давления при прохождении (при движении поезда со скоростью 300 км/ч ($\beta=0,225$, $\lambda=3$)) (разработано автором)

ления по длине движущегося поезда и по длине тоннеля; подтверждены наличие полей завихрения в голове и хвосте состава и по длине тоннеля [3].

Определение перепадов аэродинамического давления в тоннелях на ВСМ – шаг к практическим рекомендациям по назначению безопасных технических параметров тоннеля. Решение задач с учетом критериев безопасности даёт возможность увеличить эффективность высокоскоростных железнодорожных перевозок за счет сохранения максимальной скорости движения поездов в тоннелях без ее снижения. Посредством оптимизации площади поперечного

сечения тоннелей на ВСМ возможно добиться уменьшения затрат на капиталовложения и текущее содержание объекта инфраструктуры. С учетом отсутствия опыта проектирования тоннелей в условиях ВСМ исследования следует считать актуальными, а результаты могут быть использованы при перспективном проектировании и строительстве горных, подводных, городских, базисных железнодорожных тоннелей, а также при дальнейшей эффективной эксплуатации перспективных скоростных и высокоскоростных железнодорожных линий: Санкт-Петербург – Москва, Ростов – Туапсе – Адлер, Казань – Екатеринбург – Челябинск.

Библиографический список:

1. Высокоскоростной железнодорожный транспорт. Общий курс: учеб. пособие: в 2 т./ И.П. Киселев и др.; под ред. И.П. Киселева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2020.
2. СП 453.1325800.2019 «Сооружения искусственные высокоскоростных железнодорожных линий. Правила проектирования и строительства».
3. Кавказский В.Н. Исследование аэродинамики движения поезда в однопутных тоннелях на высокоскоростных железнодорожных магистралях / В.Н. Кавказский, О.О. Шелгунов // Транспортное строительство. – 2022. – № 4. – С. 37–40.