

Шпаков И.Н.

студент

Сибирский федеральный университет

Россия, Красноярск

Агеев Н.В.

студент

Сибирский федеральный университет

Россия, Красноярск

Беляков И.А.

студент

Сибирский федеральный университет

Россия, Красноярск

Шенберг А.А.

студент

Сибирский федеральный университет

Россия, Красноярск

ПРОБЛЕМЫ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ В ТУННЕЛЯХ ПРИ ПОЖАРЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

В статье освещена проблема надлежащей работы вентиляционной системы, которая играет ключевую роль в безопасности. Прежде всего, система вентиляции должна обеспечивать приемлемое качество воздуха для безопасного прохода в туннеле. Кроме того, необходимо обеспечить устойчивую среду и облегчить условия спасения во время задымления или пожара. В то время как выполнение первой задачи, то есть обеспечение достаточного количества свежего воздуха, является относительно простым, решение второй проблемы является предметом серьезных дискуссий, поскольку определение наилучших средств вентиляции туннеля во время пожара не всегда очевидно. В настоящее время проектирование и эксплуатация системы вентиляции во время пожара («противопожарной вентиляцией») является важной темой.

Ключевые слова: вентиляция автодорожных тоннелей, противопожарная вентиляция, контроль датчиков дыма

Вопрос противопожарной и дымовой защиты является крайне важным в научных работах, где рассматриваются все возможные угрозы для здоровья человека во время пожара. Кроме высокой температуры, наличия различных токсичных газов и низкого содержания кислорода, существует также риск плохой видимости, что создает опасность для эвакуации и возможности спасательных работ и тушения пожара. Однако, высокие температуры и высокая радиация также приводят к распространению огня, как это произошло во время пожаров в туннелях Маунт-Блан и Тауэрн в 1999 году.

Важно отметить, что борьба с огнем и дымом имеет не только одну, но несколько целей: в первую очередь, это спасение жизней людей, облегчая эвакуацию пользователей; поддержка аварийно-спасательных и противопожарных работ; снижение риска взрывов, что является серьезной угрозой для всех присутствующих на территории пожара; уменьшение повреждения конструкции и оборудования туннеля, а также окружающих объектов, что позволяет быстрее восстановить работоспособность и нормальную жизнедеятельность после происшествия.

Важным фактором является система вентиляции. В то время как в туннелях с продольной вентиляцией дым обычно переносится от места пожара вниз по всему туннелю, модифицированные системы поперечной вентиляции позволяют осуществлять локальное дымоудаление внутри туннеля и, следовательно, создавать незадымляемую зону на больших площадях туннеля по обе стороны от него. Важно чтобы туннели с поперечной вентиляцией имели сложную систему управления вентиляцией, чтобы не допускать дыма в места вытяжки.

Кроме того, особое внимание стоит уделить о движении воздуха/дыма в туннеле, так как мониторинг движения воздуха/дыма сильно зависит от

правильных показаний скорости воздуха/дыма, т.е. от надежности датчиков и их расположения внутри туннеля.

Определены минимальные требования безопасности для автодорожных туннелей, трансъевропейских транспортных сетей (TEN-T). Указание охватывает проблему вентиляции, а также требования к оборудованию, а также представляет собой современный уровень техники безопасности применимый для TEN-T, а также во многих туннелях по всему миру. Данное указание определяет требования только к техническим установкам и не распространяется на вопросы аварийного режима. Соответствующую информацию в таких случаях можно найти в международных документах, национальных руководствах.

При противопожарной вентиляции управление дымом в идеале достигается за счет разбавления дыма чистым/бездымным воздухом, который либо подается механически, либо всасывается через порталы. Разбавление может улучшить износостойкость за счет снижения концентрации токсичных газов.

Основные принципы движения дыма уже подробно описаны, эти принципы остаются актуальными. Следует помнить, что противопожарная вентиляция является лишь частью безопасности туннелей и что она

Принцип противопожарной вентиляции в туннелях с продольной вентиляцией довольно прост. Загрязненный воздух выбрасывается через порталы или вентиляционные шахты. Основное внимание уделяется скорости создаваемого воздуха и последовательности включения вентилятора. Что касается скорости воздуха/дыма, существуют разногласия относительно предпочтения «критической скорости» или «низкой скорости».

Вторым очень важным вопросом является выбор струйных вентиляторов для включения внутри туннеля, они должны выполнить две задачи: контролировать скорость воздуха/дыма; поддерживать

герметизацию в неповрежденной трубе, чтобы избежать проникновения дыма через открытые проходные двери.

Любой активный струйный вентилятор создает большую турбулентность в движении воздуха/дыма. Таким образом, вентиляторы, работающие в задымленной зоне, разрушают любой существующий слой дыма и, следовательно, заполняют дымом все поперечное сечение туннеля. Логическая последовательность заключается в том, чтобы сначала активировать вентиляторы выше по потоку, а затем очень поздно активировать вентиляторы ниже по потоку от места возгорания. Такая стратегия вентиляции создает избыточное давление перед очагом возгорания и область пониженного давления после него. В туннелях с однонаправленным движением – и без заторов – стратегия, основанная на включении вентиляторов ниже по потоку от пожара предпочтительнее, поскольку любое расположение ниже по течению – по сравнению с непадающей трубой – автоматически будет иметь более низкое давление. Следовательно, проникновение дыма в непроходную трубу или любой другой путь выхода маловероятно. Из-за высокой турбулентности, создаваемой струйными вентиляторами, любые вентиляторы, находящиеся в непосредственной близости от зоны возгорания, не должны включаться.

Пожары в коротких туннелях, особенно с более высокими уровнями, могут создавать серьезные проблемы с вентиляцией. В большинстве случаев расстояние между местом возгорания и вентиляторами может быть уже слишком мало для эффективного контроля скорости воздуха/дыма внутри туннеля. Кроме того, может не хватить места для достаточного количества струйных вентиляторов, чтобы управлять скоростью воздуха в туннеле во время пожара. В таких ситуациях может быть полезно вообще не активировать вентиляцию. Однако затем необходимо принять другие меры для решения проблем, возникающих в результате неконтролируемого

распространения дыма внутри туннеля. Одной из таких мер – это соблюдение близкого расстояния между путями эвакуации.

Поперечные вентилируемые туннели обеспечивают возможность удаления дыма в непосредственной близости от очага возгорания. Однако для этого необходимы заслонки с дистанционным управлением между проезжей частью и дымоходом. Системы поперечной или полупоперечной вентиляции с возможностью отвода дыма в случае пожара должны применяться в туннелях, где продольная вентиляция не допускается. Однако это директивное требование применяется только к туннелям с двусторонним движением длиной более 3000 м, с заслонками для удаления воздуха/дыма, которые могут работать как по отдельности, так и в группах. Вытяжка концентрированного дыма возможна только тогда, когда место вытяжки может быть ограничено местом расположения дымохода.

Эффективность системы поперечной вентиляции с дымоудалением зависит исключительно от возможности локализации дыма в короткой зоне (управление расходом воздуха/дыма) и от мощности дымоудаления. В существующей системе полной поперечной вентиляции целесообразно использовать приточные вентиляторы для достижения необходимого баланса давления. В то время, как удаление дыма осуществляется вытяжным вентилятором, локализация дыма обеспечивается нагнетанием приточного воздуха через вентилятор, с правой предусмотрен разрез воздуховода свежего воздуха с патрубком подачи свежего воздуха и подвижной разделительной перегородкой в корме.

Преимущества использования дополнительных струйных вентиляторов связаны с относительной легкостью регулирования скорости воздуха/дыма внутри туннеля. Недостатки в дополнительных затратах на вентиляторы и строительные работы. Использование существующих приточных вентиляторов для нагнетания воздуха имеет свои преимущества с точки зрения затрат за счет использования существующего оборудования

(и отсутствия дополнительных конструкций), но есть и недостатки, заключающиеся в значительном усложнении управления движением дыма, противопожарная вентиляция требует стратегии контроля дыма и четкой методики включения вентилятора. Для достижения требуемой цели вентиляции необходимо использовать системы управления с замкнутым контуром. Следовательно, необходимо иметь соответствующие датчики внутри туннеля, чтобы обеспечить: надежное и быстрое обнаружение инцидента, определение места возгорания, точное и надежное измерение движения воздуха/дыма внутри туннеля.

Список использованных источников

1. PIARC, Report to the XXth World Road Congress, Montreal (Canada-Québec), PIARC Committee on Road Tunnels, report 20.05. B, 1995.
2. PIARC, Fire and Smoke Control in Road Tunnels, PIARC Committee on Road Tunnels Operation (C5), report 05.05. B-1999, ISBN: 2-84060-064-1, 1999.
3. PIARC, Systems and Equipment for Fire and Smoke Control, PIARC Committee on Road Tunnels Operation (C3.3), report 05.16. B-2006, ISBN: 2-84060-175-3, 2007.
4. PIARC, Operational Strategies for Emergency Ventilation, PIARC Committee on Road Tunnels Operation (C3.3), report 2011-R02, ISBN: 2-84060-234-2, 2011.
5. European Commission, Directive 2004/54/EC of the European Parliament and of the Council on Minimum Safety Requirements for Tunnels in the Trans European Road Network, 29th April 2004
6. F. Zumsteg, U. Steinemann, M. Berner, Ventilation and distance of emergency exits in steep bi-directional tunnels. Proceedings of the 6th Symposium on Tunnel Safety and Ventilation. (5) 2012. pp. 273–280.

7. P. Sturm, M. Beyer, M. Rafiei. On the problem of ventilation control in case of a tunnel fire event. *Case Studies in Fire Safety*. (7) 2017. pp.36–43.

PROBLEMS OF VENTILATION CONTROL IN CONDITIONS OF FIRE IN TUNNELS AND WAYS TO SOLVE THEM

Siberian Federal University,
Krasnoyarsk, Russia

The article highlights the problem of proper operation of the ventilation system, which plays a key role in safety. First of all, the ventilation system must provide an acceptable air quality for safe passage in the tunnel. In addition, it is necessary to provide a stable environment and facilitate rescue conditions during smoke or fire. While the first task, that is, providing sufficient fresh air, is relatively simple, the solution to the second problem is the subject of serious debate, since determining the best means of tunnel ventilation during a fire is not always obvious. Currently, the design and operation of a ventilation system during a fire ("fire ventilation") is an important topic.

Keywords: ventilation of road tunnels, fire ventilation, monitoring of smoke detectors