

УДК 533.6.013.11

С.А. Грязнова

Харьковский национальный университет городского хозяйства, Харьков

СИСТЕМА ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ В МЕТРОПОЛИТЕНАХ, ЕЕ РОЛЬ В ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ КАТАСТРОФ

В данной статье проведен анализ аварийных режимов работы систем тоннельной вентиляции, применяемых в метрополитенах, который показал, что они не обеспечивают устойчивое движение газо-воздушных потоков при пожаре в подвижном составе и его остановке в тоннеле, а также отсутствует методическое обеспечение расчетов устойчивости газо-воздушных потоков при пожарах в тоннелях.

Ключевые слова: сопротивление воздушной среды, опасные факторы пожара, аварийные режимы, система тоннельной вентиляции.

Введение

Поиск рациональных мероприятий по борьбе с чрезвычайными ситуациями в тоннеле является актуальной задачей [1 – 5]. Решение данной задачи становится особенно важным в связи с увеличением интенсивности движения транспортных средств, широким строительством тоннелей, новых линий метрополитенов и нового подвижного состава для них.

Целью данной статьи является анализ системы воздушных потоков в метрополитенах, ее роль в предупреждении и ликвидации последствий катастроф.

Изложение основного материала

Одним из основных элементов пожарной безопасности метрополитенов является обеспечение безопасности людей. Их спасение и успешная ликвидация пожаров во многом зависят от правильного выбора и своевременного применения аварийного режима вентиляции. При пожаре в тоннеле или на станции метрополитена существует возможность быстрого распространения продуктов горения и возникновение угрозы для жизни сразу нескольких тысяч людей. В этой связи особого внимания заслуживают наиболее опасные ситуации, когда поезд с горящим вагоном останавливается в тоннеле и необходимо решать задачи, связанные с обеспечением безопасной эвакуации пассажиров. Важным вопросом пожарной безопасности подземных сооружений является система дымоудаления. Главным показателем ее работы при пожарах является обеспечение свежего воздуха на маршрутах эвакуации пассажиров, маршрутах движения пожарных подразделений и подразделений Министерства чрезвычайных ситуаций (МЧС). Это в полной мере относится ко всем тоннелям, включая и тоннели метрополитенов [3].

Распространение опасных факторов пожара по тоннелю происходит за очень короткое время – вследствие движения вентиляционных потоков. Для того, чтобы создать более комфортные условия для работы пожарных подразделений, обеспечить безопасность эвакуирующимся пассажирам, необходимо повысить эффективность аварийных режимов, а этого можно добиться путем применения вентиляционных перемычек. Перемычка диаметром 6м пригодна для перекрытия тоннелей метрополитена.

Эксплуатационные параметры:
время установки – 2-3 мин.,
минимальная скорость движения воздуха, при которой перемычка функционирует – 0,5 м/с,
вес – 20кг.

Однако, для того, чтобы парашютная перемычка перекрыла сечение, необходимо, чтобы сила, действующая на нее, превосходила собственную вес в 1,5 – 2 раза [5]. Следовательно, в перегонных тоннелях метрополитена ее можно применять, где скорость движения воздуха составляет 2,5 – 3,0 м/с. Пассивного способ регулирования воздушных потоков представляют собой воздушные завесы, создаваемые вентиляторами.

В большинстве метрополитенов используется реверсивная система вентиляции. Она составляет основу системы тоннельной вентиляции метрополитенов, на которую возложены функции удаления дыма и нагретых пожарных газов.

Основным этапом выбора аварийного режима проветривания пожарного объекта является оценка величины тепловой депрессии пожара [5]. Тепловая депрессия пожара рассматривается как приращение статического давления вдоль выработки за счет уменьшения плотности (веса) воздуха в результате его нагревания. Эта депрессия воздействует на объем газо-воздушного потока в целом, и рассматривается как дополнительный источник

тяги от нижнего конца выработки к верхнему (по высотным отметкам). Оценка устойчивости проветривания тоннелей метрополитена при пожарах сводится к определению критических параметров тоннелей в аварийных режимах работы системы тоннельной вентиляции и сопоставлении их величин с расчетными величинами тепловой депрессии пожара.

При возникновении пожара на станции основной опасностью является поступление продуктов горения в эскалаторные ходки, переходы и вестибюли. При этом продукты горения могут полностью или частично блокировать пути эвакуации пассажиров, в то же время затрудняя доступ на станцию пожарным подразделениям. Частичное решение этой задачи обеспечивается на станциях, у входов на эскалаторы установкой противодымных барьеров.

В этой связи, достаточно актуальным является решение задачи по обеспечению устойчивого нисходящего движения потока воздуха по эскалаторным ходкам. Этот вопрос представляет собой интерес не только с точки зрения обеспечения безопасной эвакуации пассажиров, но и с точки зрения эффективности ликвидации пожаров, так как быстрое начало тушения уменьшает материальные затраты на тушение и убытки метрополитена. В нормальных условиях нисходящее движение воздуха по эскалаторному ходу должно обеспечиваться работой системы тоннельной вентиляции «на вытяжку», когда вентиляторы, расположенные у станций и на ближайшем перегоне, забирают воздух из тоннелей и «выдают» его на поверхность. Однако такой режим проветривания не всегда возможен, прежде всего, из-за наличия естественной тяги, которая формируется за счет разности температур в вентиляционном контуре, включающем эскалаторные ходки и вентиляционные шахты. Эта тяга возникает из-за разности высотных отметок тоннелей и поверхности земли. Разница высотных отметок определяет глубину заложения станции. Таким образом, нисходящему движению воздуха по эскалаторному ходу препятствует действие естественной тяги. В теплое время года температура воздуха, поступающего с поверхности, выше, чем в вентиляционной шахте, а зимой для этой цели воздух нагревают калориферные установки. В нормальных условиях работы метрополитена направлению движения в эскалаторных ходках, как правило, не придают большого значения. Тем более что под действием поршневого эффекта движущихся поездов оно может изменяться. При возникновении пожара на станции, при остановке поездов, при восходящем движении воздуха в эскалаторных ходках существует угроза поступления в него нагретых продуктов горения и возникновения

тепловой депрессии. На станциях глубокого заложения это практически невозможно.

Вышеприведенное показывает, что задача обеспечения устойчивого нисходящего движения воздуха по эскалаторным ходкам сводится к тому, чтобы, с одной стороны, предупредить быстрое поступление нагретых продуктов горения в эти ходки, а с другой стороны, обеспечить оперативный перевод в режим «вытяжки». Количество вентиляторов, необходимых для преодоления действия естественной тяги и обеспечения нисходящего движения воздуха в эскалаторных ходках, для каждой станции лучше всего определять экспериментально. Однако точные расчеты здесь затруднены из-за отсутствия информации о высотных отметках, но даже приблизительные оценки показывают, что в вентиляционных контурах с двухступенчатыми эскалаторными ходками естественная тяга для холодного времени года, может составить 50 Па и более. Преодолеть противодействие такой естественной тяги только за счет работы системы тоннельной вентиляции очень сложно.

Интересным решением является использование подвижного состава в качестве своеобразных регуляторов, повышающих влияние вентиляторов на режим проветривания эскалаторных ходков.

Необходимо отметить, что рассматривая вопросы дымоудаления в комплексе с вопросами устойчивости газо-воздушных потоков в тоннелях метрополитена, авторы работы [5] ориентируются на методики, разработанные для угольной отрасли. Все элементы (этапы) технологии выбора и оценки эффективности аварийных вентиляционных режимов, разработанные для угольной отрасли, почти в полной мере, применимы для метрополитенов. Однако, основная сложность состоит в отсутствии методического обеспечения применения этой технологии для метрополитенов.

Здесь нельзя провести аналогию и с автомобильными тоннелями.

Многие работники метрополитенов, пожарных служб и ученые вообще придерживаются того мнения, что

- в системах метрополитенов или вовсе нет независимой системы воздушных потоков, или
- система потоков полностью обуславливается характеристиками ветра в наружной зоне у порталов тоннелей или
- движение воздуха «в глубине тоннеля» управляется только движением поездов.

Эти допущения оказались неверными. Если оценка распространения вредных веществ в простых транспортных тоннелях может быть произведена относительно легко, то этого нельзя утверждать в отношении тоннельных сооружений метрополитенов. Железнодорожные или автомобильные

ные тоннели из одной или двух труб, как правило, имеют мало поперечных соединений, а оба противоположных портала являются главными отверстиями. Метрополитен, напротив, представляет собой сложную сетевую систему с многочисленными вертикальными и горизонтальными поперечными соединениями. Система воздушных потоков в такой сети тоннелей и станций, в отличие от простых тоннелей с их двумя возможными направлениями воздушных потоков, имеет большую возможность варьирования; это влияет и на определение возможных путей проведения спасательных работ и на направление вывода людей из опасного пространства.

В случае пожара или террористического акта состояние этой системы потоков оказывает существенное влияние на распространение дыма, химических и биологических веществ внутри системы метрополитена и в прилегающих к ней зон на поверхности земли.

То обстоятельство, что распространение дыма и других ядовитых веществ зависит только от характеристик рассматриваемых потоков, то есть от воздухообмена между станцией и тоннелем, а также между метрополитеном и внешней атмосферой, указывает на необходимость увеличения исследований в этой области с целью предотвращения катастроф или обеспечения эффективного устранения их последствий.

Следует указать и на то, что каждая система метрополитена из-за строительных, геологических и других особенностей имеет свою собственную динамику воздушных потоков, которая должна специально изучаться для выбора оптимальных действий при чрезвычайных ситуациях.

Выводы

Таким образом, анализ аварийных режимов работы систем тоннельной вентиляции, применяе-

мых в метрополитенах, показал, что они не обеспечивают устойчивое движение газо-воздушных потоков при пожаре в подвижном составе и его остановке в тоннеле, а также отсутствует методическое обеспечение расчетов устойчивости газо-воздушных потоков при пожарах в тоннелях.

Существующая технология оценки устойчивости вентиляционных потоков, применяемая на угольных шахтах и в автодорожных тоннелях, не позволяет учесть особенности пожаров в метрополитенах.

Система воздушных потоков в сети метрополитена имеет большую возможность варьирования, это влияет и на определение возможных путей проведения спасательных работ и на направление вывода людей из опасного пространства.

Список литературы

1. Борисов П. Метрополитен: це справді безпечно? Пожежна безпека / П. Борисов, Д. Чертов. – М.: Пожежна безпека. 1996. – 40 с.
2. Осипов С.Н. Вентиляция шахт при подземных пожарах / С.Н. Осипов, В.М. Жадан. – М.: Недра. 1973. – 152 с.
3. Власов С.Н. Аварийные ситуации при строительстве и эксплуатации транспортных тоннелей и метрополитенов / С.Н. Власов, Л.В. Маковский, В.Е. Меркин. – М.: ТИМР, 1997. – 183 с.
4. Косар А.М. Розробка метода і технічних засобів забезпечення безпеки людей при пожежах у метрополітені / А.М. Косар. – Київ, 2002. – 28 с.
5. Розробити аварійні режими вентиляції Салтівської лінії Харківського метрополітену на випадок пожежі та інформаційне забезпечення вводу у дію аварійної вентиляції: Отчет о НИР / НИИГД. – Донецк, 2001. – 535 с.

Поступила в редколлегию 26.09.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Н.И. Адаменко, Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, Харьков.

СИСТЕМА ПОВІТРЯНИХ ПОТОКІВ В МЕТРОПОЛІТЕНАХ, ЇЇ РОЛЬ В ПОПЕРЕДЖЕННІ І ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ КАТАСТРОФ

С.А. Грязнова

У цій статті було проведено аналіз аварійних режимів роботи систем тунельної вентиляції, що використовуються в метрополітенах, який показав, що вони не забезпечують стійкого руху газо-повітряних потоків при пожежі в рухомому складі і його зупинці в тунелі, а також відсутнє методичне забезпечення розрахунків стійкості газо-повітряних потоків при пожежах в тунелях.

Ключові слова: опір повітряного середовища, небезпечні чинники пожежі, аварійні режими, система тунельної вентиляції.

THE SYSTEM AIR CURRENTS IN UNDERGROUNDS, THE ROLE OF IT IN WARNING AND LIQUIDATION OF CONSEQUENCES OF CATASTROPHES

S. A. Gryaznova

In this article the analysis of malfunctions of the systems of tunnel ventilation, applied in underground passages, that showed that they did not provide steady motion of gas-air streams at a fire in a rolling stock and his stopping at a tunnel, and also the methodical providing of calculations of stability of gas-air streams is absent at fires in tunnels.

Keywords: resistance of air environment, dangerous factors of fire, malfunctions, system of tunnel ventilation.