**Повышение безопасности пассажиров метрополитена при возможном пожаре в тоннеле**

М.Д. Сегаль, А.В. Карпышев, А.Л. Душкин, Н.Н. Рязанцев, В.П. Прохоров, А.В. Ершов

Рассматривается вопрос повышения безопасности пассажиров метрополитена при пожаре в тоннеле с помощью установки специальных систем, блокирующих выход дыма из тоннелей метрополитена на станции. По мнению специалистов одним из наиболее эффективных способов оттеснения и блокировки выхода дыма для специфических условий метрополитена является применение тонкораспыленных водяных завес. в результате проведения экспериментов на специальном стенде в Московском авиационном институте была показана принципиальная возможность создания такой завесы.

В современных условиях высокой интенсивности движения и увеличения пассажиропотока особую значимость приобретают проблемы повышения устойчивости функционирования и защиты (особенно противопожарной) метрополитена, поскольку последствием крупных пожаров в метрополитене может быть гибель людей, транспортный коллапс города и материальный ущерб, измеряемый сотнями миллионов рублей.

Пожары в подземных транспортных сооружениях метрополитена, на подвижном составе и тоннелях характеризуются быстрым распространением зоны воздействия опасных факторов на значительную часть сооружения, быстрым ростом температуры в объеме тоннеля; блокированием путей эвакуации из подземных сооружений, прилегающих наземных территорий и зданий токсичными продуктами горения, повреждением конструкций тоннелей, прекращением эксплуатации транспортной магистрали.

Развитие пожара в вагонах поездов метро, на пассажирских платформах, эскалаторах, тоннелях и критически важных для безопасности объектах метрополитена имеет существенные особенности:

– ограниченность пространства, наличие большого количества людей и связанные с этим сложности при эвакуации пассажиров;

– значительная общая пожарная нагрузка, которая у вагонов различных серий составляет более 50 кг/м2 и может включать в себя большое количество материалов, выделяющих при горении токсичные компоненты;

– наличие в тоннелях метрополитена значительного количества силовых кабелей под напряжением до 10 кВ.,

– наличие в вагонах метрополитена значительного количества электроустановок под напряжением,

– высокая скорость воздухообмена, обусловливающая высокую скорость повышения температуры до значений в тысячу и более градусов; фактически через 3-5 мин после начала пожара ситуация для людей, находящихся в тоннеле становится критической и при этом при возникновении пожара необходимо эвакуировать из тоннеля несколько сотен человек;

– возможность быстрого задымления путей эвакуации;

– значительные трудности, а в ряде случаев практическая невозможность подачи необходимых объемов и расходов огнетушащих веществ к очагам пожара в подземных объектах метрополитена;

– возможность возникновения паники среди пассажиров.

Основную опасность для пассажиров метрополитена при пожаре представляет задымление. Люди, как правило, погибают от удушья и отравления непригодными для дыхания продуктами горения.

Важнейшей проблемой повышения безопасности пассажиров метрополитена представляется разработка специальных систем, блокирующих выход дыма из тоннелей метрополитена на станции. Наличие таких систем позволит избежать задымления помещений станций, эскалаторных подъемников, вестибюлей и служебных помещений, избежать паники и многочисленных жертв.

По мнению отечественных и зарубежных специалистов одним из наиболее эффективных способов блокировки выхода дыма для специфических условий метрополитена и тоннелей является применение тонкораспыленных водяных завес. Специалистами Московского авиационного института и ООО “Темперо” на основе последних достижений аэрокосмической техники разработаны эффективные технологии генерации тонкораспыленных струй жидкости и создан ряд действующих установок пожаротушения, успешно себя зарекомендовавших при эксплуатации (ранцевая установка РУПТ, воздушно-эмульсионные огнетушители ОВЭ-6(з)-АВЕ-01 и ОВЭ-2(з)-АВЕ-01).

Разработаны, созданы и испытаны высокоэффективные распылители, генерирующие струи тонкораспыленной воды с размерами капель порядка 100-200 микрон.

При этом, в отличие от распылителей таких фирм, как, например, Marioff или Grinell, разработанные распылители требуют значительно меньшего (почти на порядок) давления подачи воды, что является весьма существенным преимуществом при использовании в специфических условиях метрополитена. Рабочее давление подачи воды составляет 0,7-1,0 МПа.

С целью постановки и проведения первых модельных экспериментов по определению эффективности тонкораспыленных водяных завес для блокировки выхода дыма, на территории Московского авиационного института была смонтирована экспериментальная установка и проведены испытания. Совместно со специалистами Московского метрополитена была разработана программа испытаний, выбраны размеры экспериментальной установки и основные режимы проведения испытаний.

Экспериментальная установка представляла модель тоннеля максимальной высотой 2, 25 м, шириной 2, 5 м, длиной 4,8 м. Верхняя часть модельного тоннеля была выполнена в форме полуокружности радиусом 1,25 м.

В глухом торце установки было вырезано отверстие, площадь которого составляет 20% общей площади торца. При этом отношение площади торцевого сечения глухого торца к общей площади поперечного сечения модельного тоннеля (равное 0,8), соответствовало отношению общей площади сечения тоннеля метрополитена к площади поперечного сечения вагона метро.

По периметру открытого торца модельного тоннеля была смонтирована система подачи воды - трубопровод диаметром 22 мм, на котором равномерно по периметру на резьбовых соединениях были установлены четыре распылителя. Характерные размеры распылителей: максимальный диаметр -27 мм, длина (без резьбовой части) - 15 мм.

Угол наклона оси каждого распылителя к оси экспериментального тоннеля составлял 45 градусов, при этом распылители были наклонены “вглубь” тоннеля.

Предварительные стендовые испытания показали, что распылители имели следующие гидродинамические характеристики:

-средний диаметр капель жидкости-180 микрон,

-скорость потока воды на выходе из распылителя - до 10 м/сек,

– расход воды через один распылитель – 0,6 м/сек.,

-рабочее давление на вхо- де в распылитель- 0,8 МПа.

Для моделирования процесса направленного движения дымового потока использовался вентилятор, расположенный в глухом торце модельного тоннеля (максимальная скорость подачи воздуха в направлении открытого торца - 3 м/сек, что примерно соответствует реальным условиям в тоннеле метрополитена). В качестве генератора дыма использовалась нитрированная целлюлоза, дающая, по расчетным оценкам, интенсивность генерации дыма порядка 2-3 л/сек.

Порядок проведения испытаний:

В глухом торце модельного тоннеля разжигался генератор дыма (нитрированная целлюлоза) и включался вентилятор, установленный за генератором дыма, для создания дымового потока, направленного в сторону открытого торца модельного тоннеля.

При достижении максимальной интенсивности генерации дыма (примерно через 30 сек. после розжига) подавалась команда на включение подачи воды, при этом вентилятор продолжал работать и создавать поток воздуха со скоростью движения 3 м/с в течение всего времени испытаний.

Результаты испытаний:

1. Длительность работы водяной завесы составила порядка 2 минут.

2. До включения водяной завесы при максимальной скорости генерации дыма и максимальной скорости воздушного потока 3 м/сек., направленного в сторону открытого торца модельного тоннеля, практически весь объем дымовой массы выходил через открытый торец модельного тоннеля.

3. Включение водяной завесы позволило полностью блокировать выход дыма из открытого торца модельного тоннеля через 3-4 секунды после включения и далее в течение всего времени испытаний. Весь объем дымовой массы изменил направление движения на противоположное и выходил через отверстие в глухом торце модельного тоннеля при том, что вентилятор продолжал генерировать поток воздуха со скоростью 3 м/c в направлении открытого торца модельного тоннеля.

4. Общий расход воды за время испытаний составил 288 литров.

Таким образом, первые модельные испытания показали, что с помощью организации тонкораспыленной водяной завесы на базе высокоэффективных распылителей оригинальной конструкции, разработанных специалистами МАИ , возможно эффективно блокировать выход дыма из тоннеля при условиях, созданных в эксперименте.

На последующих этапах работы предполагается проведение испытаний в тоннеле метрополитена в условиях максимально приближенных к реальным.

С этой целью должна быть разработана, создана и испытана в тоннеле метрополитена первая опытная установка блокировки выхода дыма с помощью организации тонкораспыленных водяных завес. Положительные результаты этих испытаний позволят внести существенный вклад в актуальную чрезвычайно важную проблему повышения безопасности пассажиров метрополитена.