

УДК 614.849

Разработка научно обоснованных требований пожарной безопасности для подземных сооружений метрополитена с учетом пожарного риска

*Агеев П.М., канд. техн. наук; Мельник А.А., канд. техн. наук, доцент; Шавырина Т.С.
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

Аннотация. Проведен исторический обзор и анализ исследований в области пожарной безопасности метрополитена, а также предпосылки для разработки нормативных документов в области обеспечения пожарной безопасности подземных объектов метрополитенов. Предложен подход к определению пожарного риска для работников и посетителей метрополитена, который позволит получить наиболее информативную оценку пожарной опасности для людей находящихся в сооружениях метрополитена, и позволит ликвидировать имеющийся правовой вакуум, связанный с невозможностью реализации положений статьи 6 ФЗ-№123 для подземных сооружений метрополитена.

Ключевые слова. метрополитен, пожарная безопасность, натурные эксперименты, пожар, пожарный риск.

Development of scientifically based fire safety requirements for underground metro structures taking into account fire risk

*Ageev P.M., Ph.D. of Engineering Sciences; Melnik A.A., Ph.D. of Engineering Sciences, Docent;
Shavyrina T.S.*

FSBEE HE «Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia»

Abstract. The historical review and analysis of research in the field of fire safety of the metro, as well as the prerequisites for the development of regulatory documents in the field of fire safety of underground metro facilities. An approach to determining the fire risk for employees and visitors of the metro is proposed, which will provide the most informative assessment of the fire risk for people in the metro facilities, and will eliminate the existing legal vacuum associated with the inability to implement the provisions of Article 6 of Federal Law No. 123 for underground metro facilities.

Keywords. metro, fire safety, field experiments, fire, fire risk.

В настоящее время в мире используются подземные объекты различного назначения, основными из которых являются: транспортные; общественного назначения; специального назначения. Особое место среди транспортных подземных объектов них с точки зрения пожарной опасности занимают метрополитены. Метрополитены предопределяют высокую пожарную опасность в связи с подземным расположением, насыщенностью техническими средствами, высоким напряжением электрических сетей, значительным количеством горючих материалов в сочетании с массовым пребыванием людей в течение 20 часов в сутки.

Опыт эксплуатации метрополитенов говорит о том, что пожары в них носят достаточно регулярный характер, а при нарушении правил пожарной безопасности и отсутствия необходимого уровня противопожарной защиты могут иметь катастрофические последствия, которые сопровождаются массовой гибелью людей и большими материальными потерями.

В таблице 1 представлены краткие сведения о крупных пожарах, произошедших в метрополитенах различных стран.

В связи с этим рассмотрение особенностей и причин возникновения пожаров в метрополитенах, а также возникающих опасностей и рисков является важной современной задачей.

Таблица 1 - Сведения о пожарах в метрополитенах

Дата	Метрополитен	Количество жертв, погребено/травмировано
18.06.2016	Станция «Красногвардейская», Москва (возгорание кабеля)	-
05.05.2013	Перегон между станциями «Выхино» и «Рязанский проспект», Москва (замыкание контактного рельса)	-
18.02.2003	Станция Jungangno, г. Тэгу, Южная Корея (поджог)	189/150
25.01.2003	ChanceryLane, Лондон, Великобритания	-
08.07.2000	DeutscheOper, Берлин, ФРГ (короткое замыкание в вагоне)	-/30
28.10.1995	Баку, Азербайджан (пожар в четвертом вагоне)	289/265
19.02.1991	Bethnal Green, Лондон, Великобритания	-
20.10.1991	Heinrich-Heine-Allee, Дюссельдорф, ФРГ (поджог)	2/-
18.11.1987	Станция Кингс-Кросс, Лондон, Великобритания (пожар эскалатора)	31/100
12.11.1984	Лондон, Великобритания (пожар двигателя в последнем вагоне)	0/720
11.08.1982	Великобритания (пожар двигателя в последнем вагоне)	0/158
25.06.1980	Нью-Йорк, США (загорание в тяговой сети 6-го вагона)	0/12
25.02.1975	Станция «Мургейт», Лондон, Великобритания (авария поезда)	41/-

Долгое время в Советском Союзе относились к пожарной опасности метрополитенов недостаточно серьезным. Считалось, что наличие ведомственной пожарной охраны, простейших средств пожаротушения решают проблему обеспечения пожарной безопасности.

Начиная со второй половины 20 столетия в ряде зарубежных стран, а также в СССР появились первые вычислительные машины и ряд научных разработок, позволяющих перейти к научно обоснованной системе обеспечения пожарной безопасности объектов метрополитена [1].

В 1962 г. впервые вышел в свет самостоятельный нормативный документ СНиП по метрополитенам [2]. В течение последующих 20 лет СНиП дважды пересматривался в 1968 [3] и 1980 г. [4]. Этот документ устанавливал требования к проектированию объектов метрополитенов, но практически не содержали требований к обеспечению их пожарной безопасности. В него вносились отдельные несущественные с точки зрения пожарной безопасности изменения.

В конце 70-х годов прошлого века в Ленинградском филиале ВНИИПО МВД СССР был создан отдел, который впервые в истории страны стал проводиться целенаправленные научные исследования по обеспечению пожарной безопасности метрополитенов. До этого времени, фактически, никто в стране не занимался системно решением этой сложной проблемы на профессиональном уровне.

Первым шагом для ее решения были проведены обследования свыше 700 различных подземных сооружений метрополитена в семи метрополитенах страны, что послужило исходными данными для классификации их по степени пожарной опасности. В 1983 году Управлением военизированной охраны МПС был утвержден нормативный ведомственный документ «Классификация подземных сооружений метрополитенов по степени пожарной опасности». В основу этого документа были положены данные о пожарной опасности веществ и материалах, обращающихся в помещениях и сооружениях метрополитена, интенсивности тепловыделения и значимости помещений и сооружений метрополитена в обеспечении перевозочного процесса.

На полигоне в Кузнечном под Приозерском, затем в электродепо «Северное» и на территории филиала была создана новая экспериментальная база. На них проводились исследования особенностей развития пожара по подвижному составу в перегонном тоннеле, в эскалаторном тоннеле, в кабельном коллекторе, закономерностям распространения дыма на станциях метрополитена различного типа [5,6].

Исследования проводились на уникальных установках, среди которых следует отметить натуральный и крупномасштабный макеты перегонного тоннеля (рис.1), натуральный и крупномасштабный макеты эскалатора (рис.2), крупномасштабный макет односводчатой станции и кабельного коллектора.

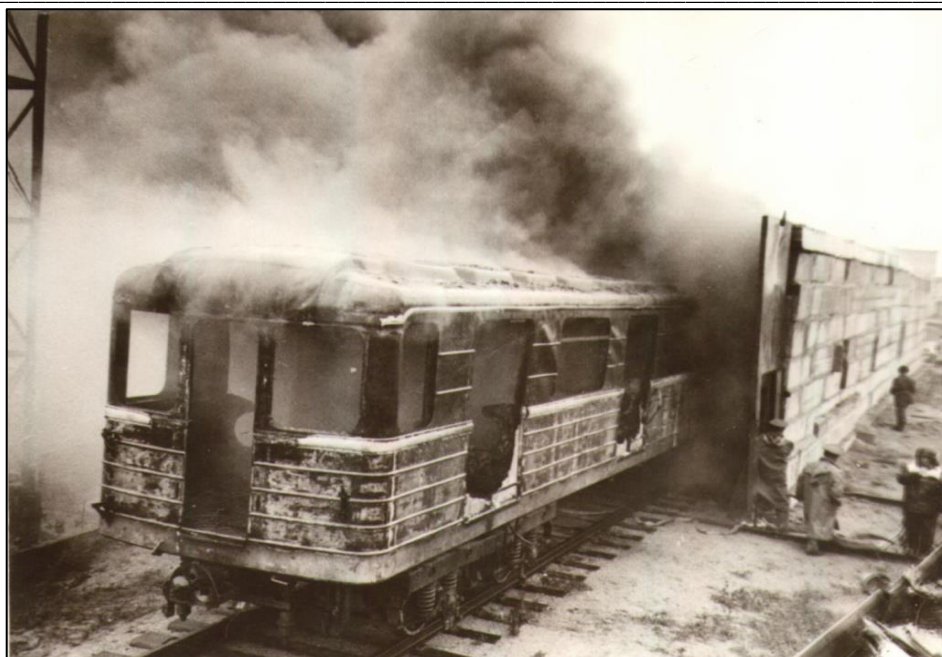


Рис. 1. Натурный макет перегонного тоннеля с подвижным составом во время эксперимента

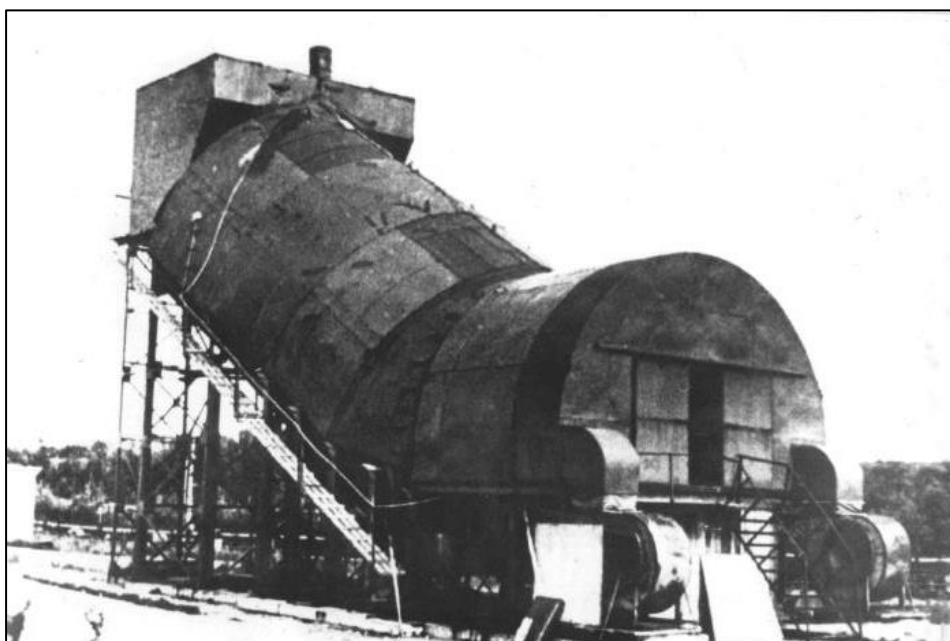


Рис. 2. Натурный макет эскалаторного тоннеля для проведения огневых испытаний

В результате экспериментов были определены следующие параметры пожара:

- скорость распространения;
- интенсивность тепловыделения;
- длительность;
- температурные режимы;
- закономерности распространения опасных факторов пожара и др.

Результаты исследований параметров пожаров на натурном макете эскалаторного тоннеля позволили определить влияние величины пожарной нагрузки на температурный режим пожара и разработать требования к обеспечению пожарной безопасности эскалаторов новой серии.

Проведенные экспериментальные исследования температурных режимов пожара на натуральных и крупномасштабных макетах, разработанная на их основе квазидвумерная математическая модель пожара подвижного состава в перегонном тоннеле и пожара в эскалаторном тоннеле позволили разработать

научно обоснованные требования по пределам огнестойкости основных несущих конструкций подземных сооружений метрополитенов.

Результаты экспериментов позволили разработать математические модели развития пожара в перегонном и эскалаторном тоннелях, модели распространения опасных факторов пожара на станциях и тоннелях, что позволило перейти к практическому внедрению полученных результатов.

Были разработаны методические указания по безопасной эвакуации людей и требования к эвакуационным выходам метрополитенов. Разработан комплекс нормативно-технической и методической документации по обеспечению безопасной эвакуации людей из подземных сооружений метрополитенов.

Далее в нормативные документы были введены требования к материалам отделки подвижного состава, требования по пределам огнестойкости конструкций перегородки между кабиной машиниста и пассажирским салоном и пола вагона. Данные требования были сформулированы на основании экспериментального исследования реальных температурных режимов пожара и анализа процесса перехода пожара внутри вагона. На основе огневых экспериментов в тоннелях и на станциях метрополитена получены зависимости изменения во времени опасных факторов пожара на путях эвакуации и определены требования к параметрам системы тоннельной вентиляции, обеспечивающим условия для безопасной эвакуации пассажиров.

С участием курсантов пожарной школы были проведены полномасштабные учения с фиксацией скорости передвижения людей по тоннелю с учетом наличия подвижного состава и разработана методика расчета времени эвакуации. Определено требуемое количество дополнительных эвакуационных выходов в зависимости от необходимого времени эвакуации [7].

Была разработана методика аэромоделирования пожара подвижного состава в тоннеле метрополитена, приведены результаты исследования устойчивости вентиляционного потока на аварийном участке.

Проведена разработка экспериментальных устройств системы пожаротушения подбалюстрадного пространства эскалаторов, тупиков отстоя и оборота подвижного состава метрополитенов.

Обобщение и анализ результатов проведенных исследований позволили сотрудникам филиала разработать научно обоснованные требования пожарной безопасности, вошедшие в новую редакцию разделов 5.16 СП 32-105-2004 «Метрополитены» [9] и далее в СП 120.13330.2012 «Метрополитены. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003» [10].

В ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [11] метрополитены отсутствуют как класс функциональной пожарной опасности. Кроме этого, в подземных сооружениях метрополитена (в том числе в тоннелях) не могут быть реализованы некоторые обязательные требования статьи 89 ФЗ №123. Следует отметить, что значительная часть упомянутых в этой статье объемно-планировочных элементов отсутствует в пассажирских сооружениях и служебных помещениях метрополитена.

Для обеспечения противодымной защиты путей эвакуации на станциях и путевых тоннелях в метрополитене используются принципы, отличные от применяемых в обычных зданиях и сооружениях. Тоннельная вентиляция метрополитена при пожаре переключается в аварийный режим работы в зависимости от расположения очага пожара, расположения поездов и присутствия людей в тоннелях или на станциях. Тоннельная вентиляция должна обеспечивать движение людских потоков при пожаре навстречу свежей вентиляционной струе.

В соответствии с ФЗ №123 [11] пожарный риск является одним из основных показателей, определяющих обеспеченность пожарной безопасности объекта. В настоящее время отсутствует утвержденная в установленном порядке методика определения пожарного риска для объектов метрополитена, что не позволяет оценить пожарную безопасность указанных объектов в соответствии с положениями Федерального Закона. Вместе с тем, использование расчетной оценки применительно к данным объектам является чрезвычайно важным, поскольку станции метрополитенов характеризуются массовым пребыванием людей и являются сложными инженерными и архитектурными сооружениями, которые требуют разработки соответствующих систем противопожарной защиты и расчетов безопасности людей при пожарах на других принципах.

Основой для разработки рассматриваемой методики должны послужить «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов

функциональной пожарной опасности» и «Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах». Принципиальным отличием разработанной методики от упомянутых аналогов является различный подход к определению пожарного риска для работников и посетителей метрополитена, что позволит получить наиболее информативную оценку пожарной опасности для людей находящихся в сооружениях метрополитена при пожаре.

Исследования должны включать в себя изучение и анализ отечественной и зарубежной нормативной, технической и научной литературы, а также моделирование распространения опасных факторов пожара и эвакуации людей в подземных сооружениях метрополитена и быть направлены на решение следующих основных задач:

- сбор и анализ статистической информации о пожарах в сооружениях метрополитена и их последствиях;
- изучение отечественного и зарубежного опыта обеспечения безопасности людей при пожаре в сооружениях метрополитена;
- проведение исследований распространения опасных факторов пожара в перегонных тоннелях, на станциях метрополитена, в других подземных сооружениях метрополитена при различных сценариях возникновения и развития пожара на основе методов математического моделирования;
- проведение исследований процесса эвакуации людей при различных сценариях возникновения и развития пожара на основе методов математического моделирования;
- определение сценариев пожара (групп сценариев пожара), представляющих наибольшую опасность.
- разработка методики определения расчетных величин пожарного риска в подземных сооружениях метрополитена.

Практическое использование указанной методики позволит ликвидировать имеющийся правовой вакуум, связанный с невозможностью реализации положений статьи 6 ФЗ-№123 для подземных сооружений метрополитена. Кроме того, методика позволит расчетным путем оценить эффективность системы противопожарной защиты сооружений метрополитена с точки зрения обеспечения безопасной эвакуации людей.

Литература

1. История исследования в области пожарной безопасности метрополитенов / Голиков А.Д., Агеев П.М., Черкасов Е.Ю., Рощина Я.В. // Метро и тоннели, 2016. № 3 - С. 22-26.
2. СНиП II-Д.3-62. «Метрополитены».
3. СНиП II-Д.3-68. «Метрополитены».
4. СНиП II-40-80. «Метрополитены».
5. Определение интенсивности тепловыделения при пожаре подвижного состава метрополитена в тоннеле / Бондарев В.Ф., Лесков А.А. // Борьба с пожарами в метрополитенах: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПО МВД РФ, 1992. С. 62-70.
6. Развитие пожара в подвижном составе метрополитена / Беляцкий В.П., Махин В.С., Бакинов И.Г. // Пожар, опасность подвижного состава метрополитенов и ж. д. - М., 1990 - С. 26-29 - Рус.
7. Расчет основных параметров пожара подвижного состава в тоннеле метрополитена / Агеев П.М., Шарапов С.В., Голиков А.Д. // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2011. № 4. С. 67-75.
8. Особенности расчёта процесса эвакуации людей из подвижного состава метрополитена / Агеев П.М., Савосько С.В., Маслаков М.Д. // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2016. № 3. - С. 20-24.
9. СП 32-105-2004 «Метрополитены»
10. СП 120.13330.2012 «Метрополитены. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003»
11. ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ред. от 29.07.17, вступ. в силу с 31.07.2018)