

УДК 614.849

***ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ
ПОЖАРА ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ В
ТЕАТРАХ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЭВАКУАЦИИ***

Аксенов С.Г.

*д-р э.н., профессор,
ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий,
РФ, г. Уфа*

Франчук С.Ю.

*студент,
ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий,
РФ, г. Уфа*

Аннотация. В статье рассматриваются возможности моделирования динамики начальной стадии пожара в театрах как инструмента обоснования объемно-планировочных решений с целью обеспечения безопасной эвакуации. Подчеркивается важность учета специфики архитектурных особенностей театров, наличия большого количества посетителей и использования горючих материалов при проектировании систем противопожарной защиты. Описаны методы численного моделирования, включая CFD-симуляции, позволяющие прогнозировать распространение огня, задымления и температурных факторов. Особое внимание уделено влиянию планировки здания на скорость эвакуации, распределение людских потоков и эффективность систем дымоудаления и оповещения.

Ключевые слова: моделирование пожара, начальная стадия пожара, театр, объемно-планировочные решения.

***USING INITIAL FIRE MODELING TO SUBSTANTIATE PLANNING
DECISIONS IN THEATERS TO IMPROVE EVACUATION SAFETY***

Aksyonov S.G.

Doctor of Economics, Professor,

Ufa University of Science and Technology,

Russian Federation, Ufa

Franchuk S.Yu.

Student,

Ufa University of Science and Technology,

Russian Federation, Ufa

Annotation. The article discusses the possibilities of modeling the dynamics of the initial stage of fire in theaters as a tool for substantiating spatial planning solutions in order to ensure safe evacuation. The importance of taking into account the specifics of the architectural features of theaters, the presence of a large number of visitors and the use of combustible materials in the design of fire protection systems is emphasized. Numerical modeling methods, including CFD simulations, are described to predict the spread of fire, smoke, and temperature factors. Special attention is paid to the influence of the building layout on the speed of evacuation, the distribution of human flows and the effectiveness of smoke extraction and warning systems.

Keywords: fire modeling, initial stage of fire, theater, spatial planning solutions.

Обеспечение пожарной безопасности в зданиях массового пребывания людей, к которым относятся театры, является одной из приоритетных задач проектирования и эксплуатации таких объектов. Театральные залы характеризуются значительным количеством посетителей, наличием сложного архитектурного оформления, горючих материалов в отделке, сценического оборудования и подвижных декораций, что повышает риск возникновения и быстрого распространения пожара. В этой связи особую важность приобретают меры по предотвращению пожаров, ограничению их развития и созданию условий для безопасной и своевременной эвакуации людей.

Одним из наиболее эффективных инструментов оценки рисков и обоснования проектных решений на этапе проектирования театров является моделирование динамики начальной стадии пожара. Данный подход позволяет прогнозировать развитие пожара, оценивать время до потери устойчивости конструкций, образование опасных факторов пожара (температура, задымление, токсичные газы) и определять временные параметры, необходимые для организованной эвакуации. Моделирование дает возможность выявить слабые места в планировке, скорректировать расположение путей эвакуации, выходов и других элементов противопожарной защиты еще на стадии проекта.

На начальной стадии пожара, которая длится от момента возгорания до начала активного горения, особенно важно понимать, как будут распространяться продукты горения, как быстро изменится видимость, концентрация кислорода и температура в различных зонах помещения. Эти параметры напрямую влияют на способность людей ориентироваться в обстановке и двигаться к выходам. В театре, где зрительный зал может насчитывать сотни человек, даже незначительное увеличение времени до достижения критических уровней задымления или температуры имеет ключевое значение для успешной эвакуации [1,2].

Для моделирования начальной стадии пожара применяются как аналитические методы, так и программные средства численного моделирования — CFD-симуляции (Computational Fluid Dynamics), позволяющие строить детализированную картину термогазодинамического состояния помещений. Такие программы, как FDS (Fire Dynamics Simulator), ANSYS Fluent, PyroSim и другие, дают возможность воссоздать сценарии возгорания в конкретном здании с учетом его объемно-планировочных характеристик, используемых материалов, систем вентиляции и других факторов. Это позволяет спрогнозировать не только время достижения

опасных факторов пожара, но и распределение продуктов горения по пространству, скорость их распространения и условия, в которых будет происходить эвакуация [3].

При моделировании также учитываются возможные источники возгорания, характерные для театров: короткое замыкание в электропроводке сцены, самовозгорание осветительного оборудования, возгорание декораций или занавеса. Каждый из этих сценариев требует отдельного анализа, поскольку динамика развития пожара, тепловыделение и количество выделяемого дыма могут значительно отличаться. Например, возгорание сценического занавеса, выполненного из легковоспламеняющихся материалов, может привести к быстрому распространению огня и плотному задымлению всего зрительного зала, тогда как локальное возгорание за сценой может быть более медленным, но труднодоступным для обнаружения [4].

Важной задачей моделирования является также анализ эффективности существующих или проектируемых мер пожарной защиты: автоматической пожарной сигнализации, системы дымоудаления, автоматических установок водяного или газового пожаротушения, противопожарных перегородок и дверей. Интеграция этих систем в модель позволяет оценить их влияние на динамику пожара и время, доступное для эвакуации. Например, своевременное срабатывание системы дымоудаления может значительно замедлить снижение видимости и повысить шансы на успешное спасение всех находящихся внутри людей.

Объемно-планировочные решения играют ключевую роль в обеспечении безопасности при пожаре. Расположение зрительного зала, сцены, служебных помещений, маршрутов эвакуации, наличие и расположение запасных выходов, ширина коридоров и лестничных маршей — все это должно учитываться при разработке проекта театра. При помощи моделирования можно проверить различные варианты планировки и выбрать тот, который

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

обеспечивает минимальное время эвакуации, равномерное распределение людского потока и минимизацию вероятности образования заторов. Также моделирование помогает определить оптимальное количество и расположение путей эвакуации, исходя из вместимости зала и нормативных требований.

Кроме того, моделирование позволяет учитывать особенности поведения людей при эвакуации. Реакция зрителей на сигнал тревоги, степень их информированности о путях эвакуации, физическая подготовка и возрастной состав — все эти факторы влияют на скорость и порядок выхода из здания. Современные программные комплексы включают модули моделирования поведения людей, основанные на теории массового обслуживания, социальной психологии и биомеханике движения. Это позволяет смоделировать не только технические аспекты пожара, но и человеческий фактор, который в реальных условиях часто становится решающим [5].

Соблюдение нормативных требований также является обязательным элементом проектирования. В Российской Федерации вопросы пожарной безопасности регламентируются СП 1.13130.2020, СП 2.13130.2020, Федеральным законом №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», а также сводами правил по проектированию зданий культуры и общественных сооружений. Данные документы устанавливают требования к предельным временам эвакуации, допустимым уровням задымления, минимальным размерам путей эвакуации и другим параметрам, которые должны быть учтены при моделировании. Таким образом, моделирование выступает не только как инструмент прогнозирования, но и как способ проверки соответствия проекта действующим нормам.

Вместе с тем, моделирование начальной стадии пожара требует высокой точности данных: информации о типах используемых материалов, тепловыделении, характеристиках систем противопожарной защиты и многих

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

других параметрах. Неправильный выбор входных данных может привести к неточным выводам и ошибкам в проектировании. Поэтому важным этапом является сбор достоверной информации, проведение натурных испытаний или использование стандартных справочных данных по горючим свойствам материалов.

Таким образом, моделирование динамики начальной стадии пожара в театрах представляет собой мощный инструмент для обоснования объемно-планировочных решений с точки зрения обеспечения безопасной эвакуации. Оно позволяет заранее выявить потенциально опасные участки, оптимизировать пути эвакуации, проверить эффективность систем противопожарной защиты и учесть поведение людей в чрезвычайной ситуации. Применение современных программных комплексов и методов компьютерного моделирования делает процесс проектирования более точным, научно обоснованным и направленным на минимизацию рисков для жизни и здоровья людей.

Библиографический список

1. Аксенов С.Г., Кривохижина О.И., Синагатуллин Ф.К. Анализ и оценка пожарной опасности в общеобразовательных учреждениях // Экономика строительства. – 2023, № 5. - С. 70-72.
2. Грачев В. А., Кошмаров М. Ю., Коршунов И. В. Математическая модель начальной стадии пожара в театре с колосниковой сценой // Пожаровзрывобезопасность. – 2006, №1. С. 36-40.
3. Коршунов И.В., Кошмаров М.Ю. Математическая модель начальной стадии пожара в театре с колосниковой сценой. Ч. II: Экспериментальная проверка математической модели // Пожаровзрывобезопасность. - 2006. - Т.15. - № 2. -С. 17-23.
4. Кошмаров Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении / Академия ГПС МВД России. — М., 2000. — 118 с.

5. Холщевников В. В. Исследование людских потоков и методология нормирования эвакуации людей из зданий при пожаре / МИПБ МВД России. — М., 1999. — 110 с.

Оригинальность 80%