

УДК 628.74

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА В ПОМЕЩЕНИИ С РАЗНЫМИ УСЛОВИЯМИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Невдах В.В., Антошин А.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Выбор пожарных извещателей для проектируемых систем пожарной сигнализации обычно осуществляется на основе нормируемых значений параметров, характеризующих их чувствительность к тому или иному обнаруживаемому ими фактору пожара, который обеспечивает выполнение критериев достижения целей проектируемых систем [1]. Известно, что пожарные извещатели имеют разную чувствительность к одному и тому же фактору пожара (например, к дыму) при пожарах разных классов. Поэтому, для построения эффективной системы противопожарной защиты объекта необходимо иметь классификацию пожаров по степени их пожарной опасности и способам обнаружения таких пожаров.

В качестве признака классификации пожаров по степени их опасности можно использовать критическую продолжительность пожара, в течение которой достигается предельно допустимое значение опасного фактора пожара в установленном режиме его изменения, величину пространства, на которое распространяется пламенное горение, либо скорость роста тепловыделения. Все эти признаки присутствуют при пожарах в помещениях с естественной вентиляцией [2].

В настоящей работе проведено компьютерное моделирование развития пожара в помещении с разными условиями естественной вентиляции. Моделирование пожара осуществлялось с помощью программы FDS, в которой численно решаются модифицированные уравнения Навье-Стокса для теплопереноса при горении в выбранные моменты времени для каждой ячейки пространства в прямоугольной системе координат [3, 4]. Результаты моделирования отображались программой визуализации Smokeview и представлялись в виде таблиц с численными значениями контролируемых параметров пожара. С помощью специального графического интерфейса PyroSim в расчетной сетке, состоящей из кубических ячеек с ребром 0.1 м, была создана модель помещения – комнаты с внутренними размерами 5×4.6×2.4 м, имеющая выходную дверь размерами 0.9×2 м, ведущую в коридор (см. рисунок 1). В комнате располагалась мебель из горючего материала – диван, три кресла разных размеров, коврик. В качестве горючего материала был выбран полиуретан, динамика горения которого и изучалась при различных условиях вентиляции. Поджигающим источником (burner) служила плоская

поверхность площадью 0,01 м² с тепловыделением 10 кВт, которая помещалась на поверхности дивана. Дверь была разделена по высоте на 4 одинаковые части, которые могли открываться независимо и создавать различные условия по высоте расположения вентиляционного отверстия и по его площади. Для этой же цели использовалась и часть стены над дверью.

На рисунке 1 представлены зависимости тепловыделения пожара в комнате с различными условиями вентиляции через выходную дверь. Видно, что пожар в помещении с открытой дверью развивается с наибольшей скоростью тепловыделения и после 800-й секунды выходит на квазистационарный режим с тепловыделением ~ 4000 кВт.

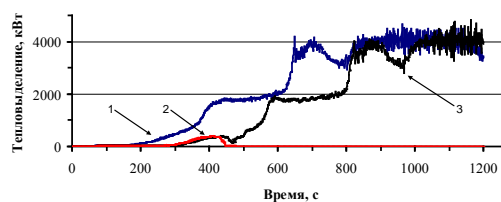


Рисунок 1 - Зависимости тепловыделения пожара в комнате от времени при открытой двери (1), закрытой двери (2) и при открытой двери начиная с 470 с (3)

В отсутствие естественной вентиляции – дверь в помещении закрыта – развитие пожара начинается более чем на 100 с позже, и распространение пламенного горения полностью прекращается примерно на 475-й секунде из-за недостатка кислорода. Если на этапе затухания пожара (на 470-й секунде) дверь открывается, то приток свежего кислорода через дверной проем обеспечивает развитие пожара сначала с большей скоростью тепловыделения, чем при открытой двери, а затем пожар выходит на тот же квазистационарный режим тепловыделения ~ 4000 кВт, что и пожар в помещении с открытой дверью.

Рисунок 2 иллюстрирует различия в динамике тепловыделения пожаров в комнате с вентиляционными отверстиями, площадь которых меньше площади двери и которые располагались на разной высоте над уровнем пола. Видно, что величина тепловыделения при пожаре и скорость его нарастания определяется, в основном, площадью вентиляционного отверстия.

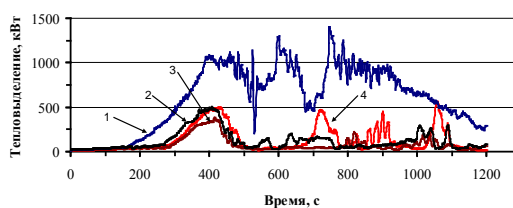


Рисунок 2 – Зависимости тепловыделения пожара от времени в комнате с вентиляцией через: верхнюю половину двери (1), отверстие над дверью (2), отверстие на высоте 1 м (3), отверстие от уровня пола (4)

Из рисунков 1 и 2 видно, что во всех случаях реализуется сценарий пожара, контролируемого окислителем. При площади вентиляционных отверстий, меньших, чем площадь дверного проема, режим пожара с квазистационарным тепловыделением не реализуется на временах моделирования – 20 минут.

На рисунках 3 и 4 показаны для сравнения картины распространения пламенного пожара в комнате с различными условиями вентиляции в разные моменты времени.

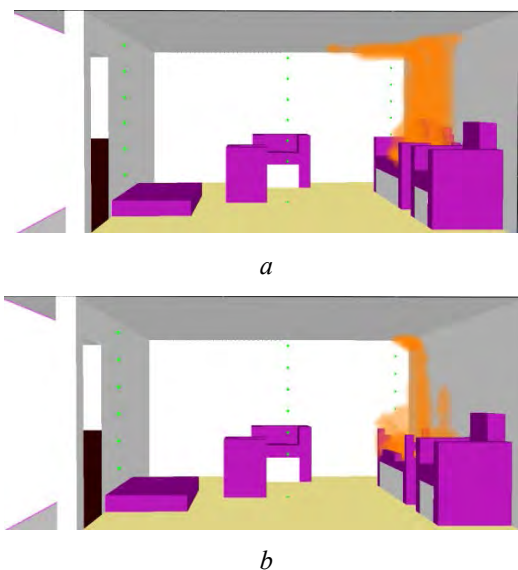


Рисунок 3 – Картины распространения пламенного пожара в комнате с вентиляцией через открытую верхнюю половину дверного проема на 700 с (a) и 1200 с (b)

Из рисунков 4 (b, c) видно, что даже этап пожара с максимальным тепловыделением, реализуемый в рассматриваемой модели помещения с максимальной естественной вентиляцией через открытую дверь, не является этапом полного охвата помещения пламенем.

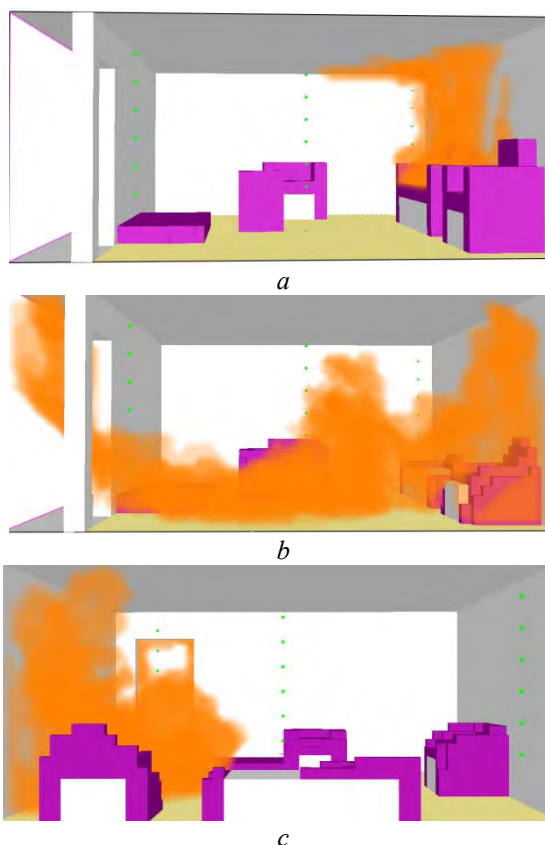


Рисунок 4 – Картины распространения пламенного пожара в комнате с вентиляцией через открытую дверь на 700 с (a) и 1200 с (b) и (c)

Таким образом, в работе проведено компьютерное моделирование пожара в помещении с разными условиями естественной вентиляции. Показано, что во всех случаях пожар протекает по сценарию пожара, контролируемого окислителем, степень опасности пожара определяется условиями вентиляции и при используемых параметрах помещения наиболее опасный этап пожара – этап полного охвата помещения пламенем – не достигается.

1. Антошин А.А. Актуальность изменения идеологии проектирования СПА. Эффективные технические средства обнаружения пожара в помещении. Технологии безопасности, №4(37) 2014, с. 13-15.
2. Drysdale D. An Introduction for Fire Dynamics. Third edition. Willey, 2011. – 551 p.
3. Fire Dynamics Simulator (Version 5) Technical Reference Guide Volume 1: Mathematical model, NIST Special Publication 1018-5 / K. McGrattan [et al.]. –Gaithersburg, MA, 2009. – 94 p.
4. Fire Dynamics Simulator (Version 5). User's Guide, NIST Special Publication 1019-5 / K. McGrattan [et al.]. Gaithersburg, MA, 2009.– 176 p.