

УДК 628.74

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ МАССОВОЙ СКОРОСТИ СГОРАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАЗВИТИИ ПОЖАРА В ПОМЕЩЕНИИ

Невдах В.В., Антошин А.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Известно, что массовые скорости сгорания различных материалов в ограждениях при достаточном количестве кислорода выше, чем скорости горения этих же материалов в открытом пространстве из-за роли ограждений в организации обратного теплового потока к горючим материалам [1]. При пожарах в реальных помещениях достаточное количество кислорода обычно бывает только на начальной стадии пожаров. С течением времени возрастает влияние не только ограждений, но и ограниченного количества кислорода на скорость сгорания материала.

Целью настоящей работы было компьютерное моделирование пожара в помещении и исследование динамики массовой скорости сгорания материалов при развитии пожара.

Моделирование пожара выполнялось с использованием программы FDS (Fire Dynamics Simulator), в которой реализована универсальная полевая модель пожара на основе уравнений в частных производных Навье-Стокса, выражающих законы сохранения тепло-, массо-переноса при пожаре в каждом элементарном объеме расчетной области [2]. С помощью графического интерфейса PyroSim в расчетной сетке, состоящей из кубических ячеек с ребром 0.1 м, была создана модель помещения - комнаты с внутренними размерами 4.2×3.8×2.4 м (рисунок 1).

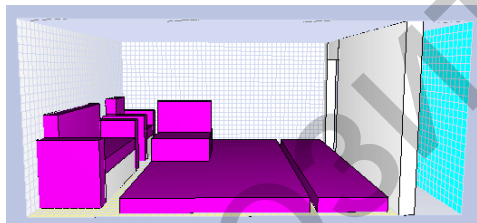


Рисунок 1 – Модель помещения

В комнате есть мебель и другие предметы из горючего материала. На полу лежат два мата с размерами 3,9×2,4×0,2 и 4,2×0,9×0,2 м, также сделанные из горючего материала. Исследовалась динамика распространения пламенного горения пожара длительностью 1200 секунд в комнате с различными условиями естественной вентиляции. Пожар инициировался источником с размерами 0,1×0,1 м и с тепловыделением 10 кВт, помещаемым на сидение дивана рядом со спинкой. Процесс горения горючего материала моделировался реакцией горения полиуретана - одного из самых распространенных материалов, используемых при изготовлении мягкой мебели [3]. Моделировались пожары, как в

закрытой комнате, так и в комнате с естественной вентиляцией через отверстия разного размера в стене с дверью размерами 2,0×0,9 м, расположенной напротив дивана (см. рисунок 1). Контролировались основные параметры пожара, влияющие на его распространение – массовая скорость горения, величина полного тепловыделения и его радиационная составляющая.

Рисунок 2 иллюстрирует динамику массовой скорости сгорания материала на начальном этапе пожаров в закрытой комнате, с естественной вентиляцией через открытую дверь и через отсутствующую стену.

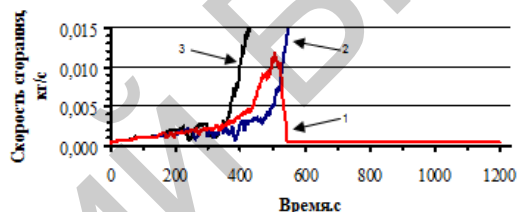


Рисунок 2 – Зависимости скорости сгорания полиуретана от времени при пожаре в закрытой комнате (1), с вентиляцией через дверь (2), через проем в стене (3)

Видно, что в течение первых ~ 375 секунд скорости сгорания для трех рассматриваемых пожаров растут примерно по одинаковому закону. Это означает, что для этих пожаров реализуется одинаковый режим горения, контролируемый горючим материалом. Далее скорости сгорания начинают зависеть от условий вентиляции, что соответствует режиму горения, контролируемому кислородом. Динамика тепловыделения для этих трех пожаров показана на рисунке 3, а картины распространения пламенного горения на рисунках 5 (а–е).

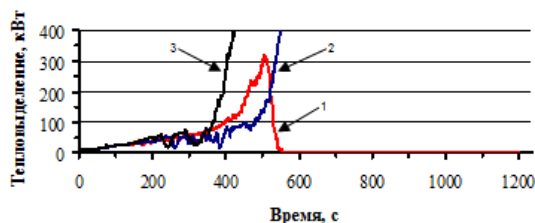


Рисунок 3 Зависимости тепловыделения от времени при пожаре в закрытой комнате (1), с вентиляцией через дверь (2), через проем в стене (3)

Изменение полной динамики скорости сгорания топлива и радиационной составляющей тепловыделения при изменении условий протекания пожара в комнате показано на рисунках 4 (а, б).

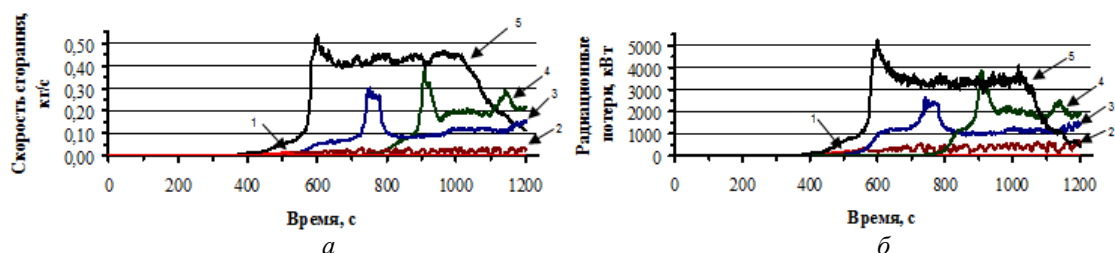


Рисунок 4 – Зависимости скорости сгорания материала (а) и радиационной составляющей тепловыделения (б) от времени при пожаре в закрытой комнате (1), с вентиляцией через нижнюю половину двери (2), дверь (3), двойную дверь (4) и проем в стене (5)

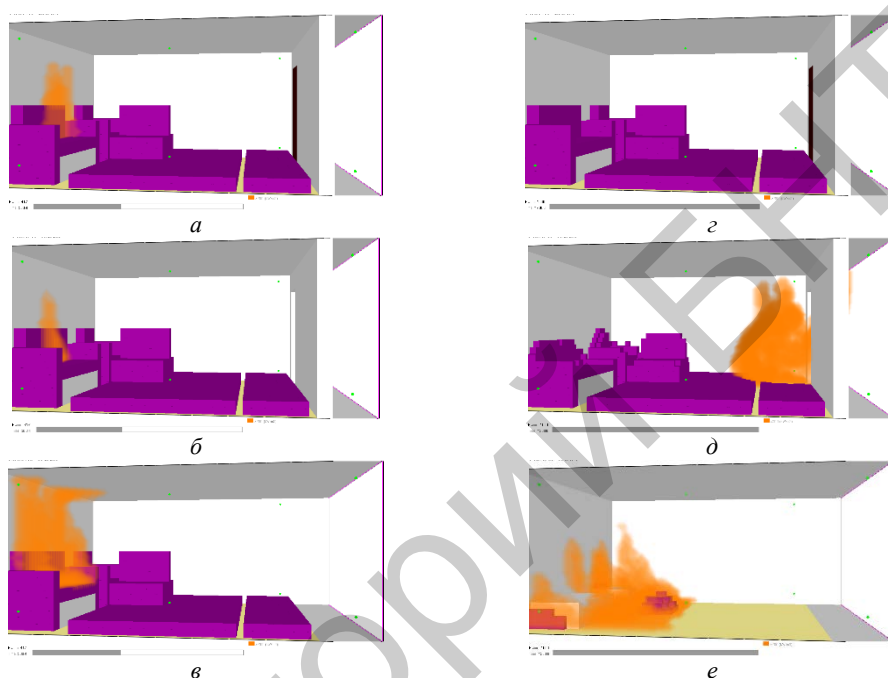


Рисунок 5 – Картины распространения пламенного горения на 500-й (а–в) и 1200-й секунде (г–е) пожаров в закрытой комнате (а, г), с естественной вентиляцией через открытую дверь (б, д) и через проем в стене (в, е)

В работе на примере реакции горения полиуретана показано, что режимы горения материала определяют динамику массовой скорости сгорания материала, тепловыделения, его радиационной составляющей и распространения пламенного горения при пожаре в помещении с разными условиями естественной вентиляции.

1. Drysdale D. An Introduction for Fire Dynamics. Third edition. Willey, 2011. - 551p.
2. 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.
3. Evaluating models for predicting full-scale fire behaviour of polyurethane foam using cone calorimeter data / J.U. Ezinwa [et al.] Fire Tech., 2014, V. 50. P. 693–719.

УДК 628

#### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИИ И СМЕЖНЫХ С НИМ ПРОСТРАНСТВАХ

Антошин А.А.<sup>2</sup>, Волков С.А.<sup>1</sup>, Олефир Г.И.<sup>2</sup>, Голубев А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

Большое количество пожаров в жилых помещениях связано с особенностями объемно-планировочных решений, свойствами пожарной нагрузки, особенностями поведения людей в таких помещениях. Современные исследования в

этой области [1–3] направлены на исследования окружающей среды в жилых помещениях различного функционального назначения в условиях пожара, и разработку методик таких исследований. Однако до сих пор отсутствует информация