

УДК 628.74

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВЫГОРАНИЯ КОМНАТЫ Невдах В.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Динамика развития пожаров в жилых домах зависит от динамики пожар в отдельных комнатах, в которых пожар возникает [1]. Целью настоящей работы являлось компьютерное моделирование пожара в жилой комнате, содержащей предметы мебели из горючих материалов, имеющих различные теплофизические свойства. Исследовалось влияние величины теплоты сгорания материалов на динамику выгорания комнаты.

Моделирование выполнялось с использованием специализированной программы FDS (Fire Dynamics Simulator) [2,3]. С помощью графического интерфейса PyroSim в расчетной сетке, состоящей из кубических ячеек с ребром 0.1 м, была создана модель жилой комнаты – помещения с размерами 4.4×4.9×2.7 м, в котором находятся диван, кресло, ковер, стол, два сидения (см. рисунок 1).

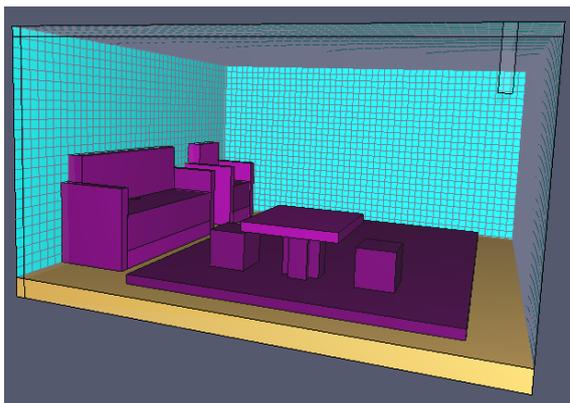


Рисунок 1 – Вид моделируемой комнаты

Пожар инициировался источником с размерами 0.1×0.1 м и с тепловыделением 10 кВт, помещаемым на сидение дивана. Горение горючего материала моделировалось реакцией горения полиуретана – материала, часто используемого в мягкой мебели [4]. Были промоделированы три случая пожаров, в каждом из которых все предметы мебели были сделаны из горючего материала одного типа. В первом пожаре в качестве горючего материала использовался полиуретан с теплотой сгорания 30000 кДж/кг, покрытый тканью толщиной 0.002 м с теплотой сгорания 15000 кДж/кг [3]. Во втором пожаре такое покрытие было на другом материале, тоже типа полиуретана, но имеющем большую теплоту сгорания – 40000 кДж/кг. В третьем пожаре опять использовался полиуретан, но уже с другим покрытием, теплота сгорания которого была такой же, как и у

полиуретана. Моделировались первые 1500 секунд этих пожаров в комнате с естественной вентиляцией через проем размером 4.2×2.2 м в одной из стен. Контролировались величина полного тепловыделения, пространственные распределения температуры воздуха и изменения его давления. Динамику тепловыделения при таких пожарах иллюстрируют зависимости на рисунке 2.

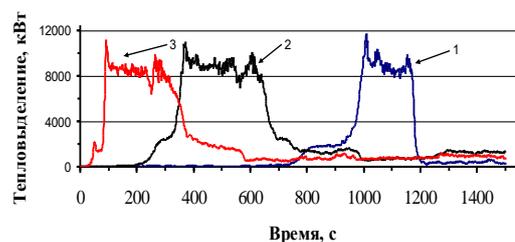


Рисунок 2 – Зависимости тепловыделения от времени при горении в комнате мебели из горючих материалов трех типов

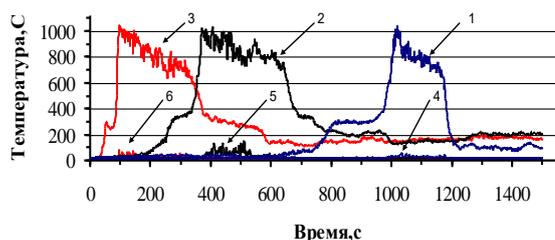


Рисунок 3 – Зависимости температуры воздуха на высоте среднего роста человека 1.7 м (1, 2, 3) и высоте 0.3 м над полом (4, 5, 6) при трех пожарах

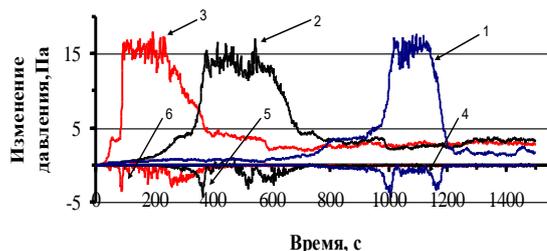


Рисунок 4 – Зависимости изменения давления воздуха от времени на высоте 2.3 (1, 2, 3) и высоте 0.3 м (4, 5, 6) над полом при трех пожарах

Из этого рисунка видно, что различия в теплоте сгорания используемых материалов сильно влияют на время достижения максимального тепловыделения при пожарах.

Характер изменения распределения температуры воздуха по высоте на оси комнаты возле проема для естественной вентиляции показан на рисунке 3.

Видно, что в течение всего времени моделирования пожаров возле вентиляционного проема существуют большие вертикальные градиенты температуры воздуха, причем в нижней зоне небольшие повышения температуры воздуха происходят только на стадиях пожаров с большим тепловыделением. При такой пространственной неоднородности температуры воздуха в комнате образуется соответствующий градиент изменения давления воздуха (см. рисунок 4), определяющий интенсивность газодинамических процессов, влияющих на выгорание материалов в комнате – величины потока холодного воздуха, пос-

тупающего в комнату через нижнюю зону и выходящего потока нагретого воздуха и дыма из верхней зоны.

Это влияние иллюстрируют отличия в картинах распространения пламенного горения в моменты достижения максимального тепловыделения и в конце промоделированных пожаров, представленных на рисунке 5.

Результаты выполненного моделирования пожаров показывают, что динамика выгорания жилой комнаты при одном и том же расположении мебели из горючих материалов, сильно зависит от их теплоты сгорания.

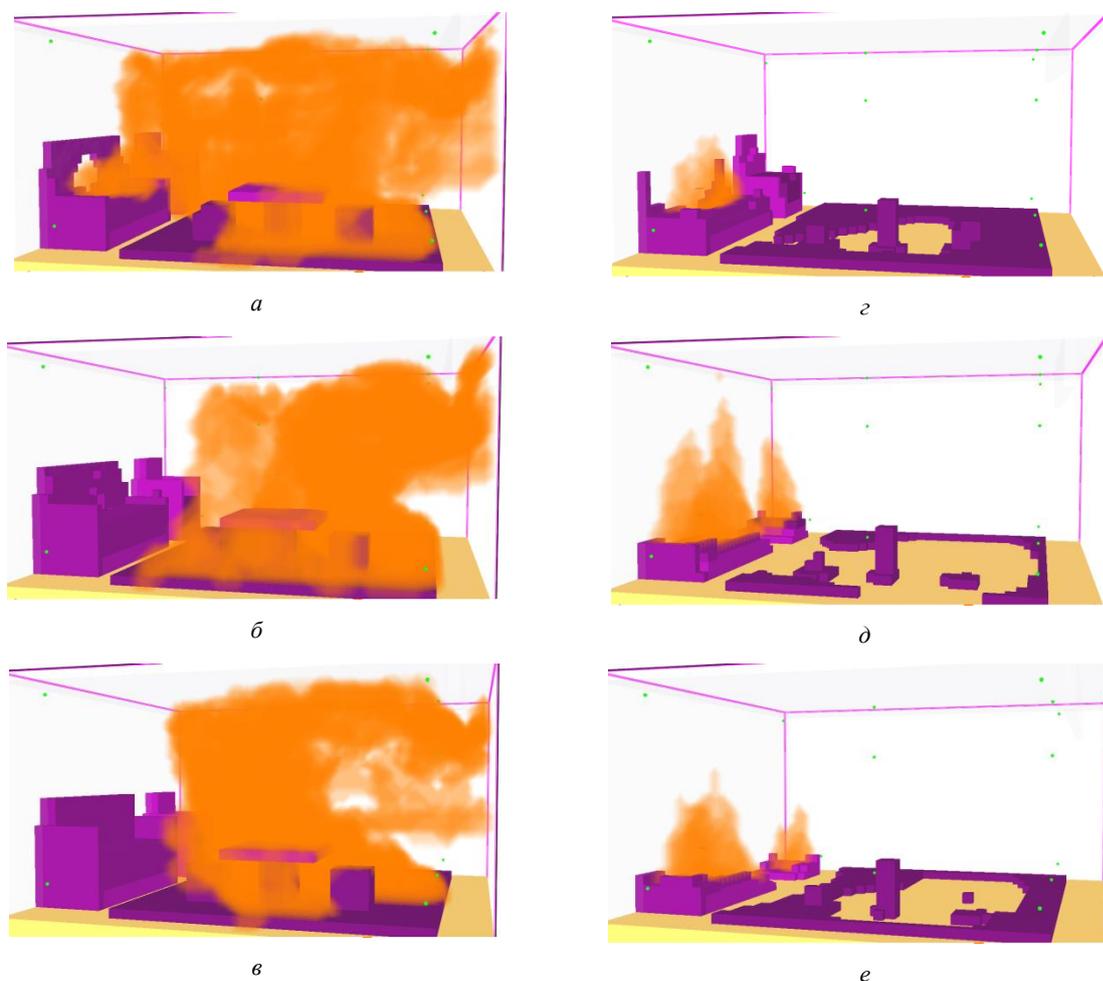


Рисунок 5 – Картины распространения пламенного горения в моменты достижения максимального тепловыделения на 1010-й (а), 415-й (б), 92-й (в) секундах и в конце моделирования на 1500-й секунде (г-е) пожаров 1 (а, г), 2 (б, д) и 3 (в, е)

Литература

1. Karlsson B., Quintiere J.G. Enclosure fire dynamics. CRC Press LLC, 2000. 317p.
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. Fire Dynamics Simulator (Version 5). User's Guide, NIST Special Publication 1019-5 / K. McGrattan [et al.]. Gaithersburg, MA, 2009. – 176 p.

4. Evaluating models for predicting full-scale fire behaviour of polyurethane foam using cone calorimeter data / J.U. Ezinwa [et al.] Fire Technology, 2014, vol. 50. –P. 693–719.