

Успех применения автоматических установок пенного пожаротушения зависит от подачи по трубопроводам к месту тушения растворов пенообразователей с необходимым расходом и созданием не менее минимально необходимого давления в диктующей точке для обеспечения требуемой огнетушащей интенсивности подачи пены в течение нормативно обусловленного времени. При этом на узлах управления давление не должно превышать 1 МПа, исходя из применения для повышения давления в сети центробежных насосов.

Осознание необходимости учета реологических свойств растворов пенообразователей, применяемых в системах пожаротушения позволило сформулировать задачи дальнейшего исследования:

– определить реологические свойства растворов пенообразователей для автоматических установок пожаротушения;

– провести проверочный расчет потерь давления в трубопроводных системах различной конфигурации и диаметров для воды и водных растворов пенообразователей;

– на основе полученных результатов расчетов выработать предложения по изменению методики расчета трубопроводной части установок пенного пожаротушения.

Литература

1. Строительные нормы Республики Беларусь. Пожарная автоматика зданий и сооружений: СН 2.02.03-2019. – Введ. 16.08.2020. – Минск: Минстройархитектуры, 2021. – 100 с.

УДК 628.74

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАДИИ ПОЛНОГО ОХВАТА ПОМЕЩЕНИЯ ПЛАМЕНЕМ

Невдах В.В.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. С помощью программы FDS выполнено моделирование пожаров в помещении с естественной вентиляцией. Получено, что параметры реакций горения материалов, находящихся в помещении, и условия вентиляции определяют динамику пожара в нем и длительность стадии полного охвата.

Ключевые слова: Компьютерное моделирование, пожар в помещении, стадия полного охвата, естественная вентиляция.

COMPUTER SIMULATION OF THE COMPARTMENT FIRE FLASHOVER

Nevdakh V.

*Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. FDS was used to simulate fires in compartments with natural ventilation. It was found that the parameters of the combustion reactions of the materials from which the pieces of furniture are made, which are in the enclosures, determine the fire dynamics and the stage of flashover duration.

Key words: computer simulation, compartment fire, flashover, natural ventilation.

*Адрес для переписки: Невдах В.В., пр. Независимости, 65, Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: nevdakh@bntu.by*

Мировая статистика пожаров доказывает, что пожары в ограждениях являются наиболее опасными для жизни людей. Пожар в помещении может развиваться различными путями, зависящими главным образом от геометрии помещения и его вентиляции, от типа горючих материалов, их количества, площади и ориентации их поверхностей [1]. Знание динамики развития пожаров в ограждениях требуется как разработчикам систем противопожарной безопасности различных объектов, так и профессиональным пожарным при выполнении своей работы для сохранения жизни людей. При развитии пожара в ограждениях могут происходить различные явления. Считается, что после возгорания и в течение начальной стадии роста пожар является контролируемым горючим материалом,

так как в помещении достаточно кислорода для горения большей части пиролизирующегося топлива и рост пожара целиком зависит от характеристик горючих материалов и геометрии. При этом пожар может достичь стадии полного охвата помещения пламенем. Затем пожар переходит в стадию развития пожара, в течение которой скорость тепловыделения определяется количеством кислорода, который входит в помещение через открытые проемы, и поэтому пожар становится контролируемым вентиляцией, так как в помещении недостаточно кислорода для горения части пиролизирующегося топлива. По мере выгорания топлива пожар переходит в стадию затухания и возвращается в режим контролируемым горючим материалом [2]. Очевидно, что речь о спасении людей при пожаре

в ограждениях может идти только на его начальном этапе до достижения стадии полного охвата, когда в помещении происходит резкое изменение ситуации. В современной литературе можно найти несколько вариантов определений стадии полного охвата, в которых приводятся разные признаки стадии [1–3]. Эти признаки обусловлены различными механизмами, связанными со свойствами горючих материалов, их расположением и ориентацией, геометрией помещения и условиями в верхнем слое воздуха.

Целью настоящей работы являлось компьютерное моделирование стадии полного охвата пожара в помещении, содержавшем предметы мебели из разных горючих материалов. Исследовалось влияние параметров реакции горения материалов и условий естественной вентиляции на время наступления и длительность стадии полного охвата помещения пламенем.

Моделирование выполнялось с использованием программы FDS (Fire Dynamics Simulator) [4]. С помощью графического интерфейса PyroSim была создана модель помещения – жилой комнаты с размерами $4.5 \times 5 \times 3$ м, в котором находятся диван, кресло, ковер на полу, столик, шкаф, тумба, сделанные из различных горючих материалов (рис. 1). Естественная вентиляция помещения осуществлялась через одинаковые проемы размерами 4.2×2.2 м в стенах. Пожар инициировался источником с тепловыделением 10 кВт и размерами 0.1×0.1 м, помещаемым на сидение дивана. Горение материалов моделировалось реакциями, аналогичными реакции горения полиуретана. Моделировались первые 1500 секунд пожаров.

На рис. 2 представлена динамика тепловыделения при пожарах в помещении с различными условиями естественной вентиляции.

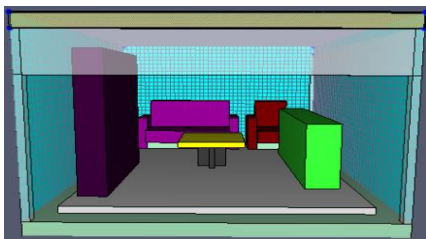


Рисунок 1 – Модель помещения

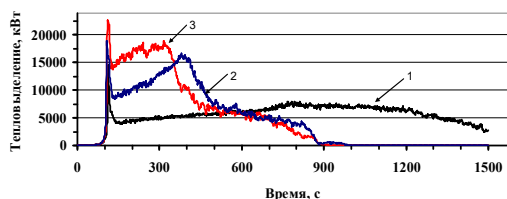


Рисунок 2 – Зависимости тепловыделения от времени при пожаре в помещении с открытым проемом в одной стене (1), в двух противоположных стенах (2), во всех четырех стенах (3)

Видно, что все пожары быстрые, тепловыделение 1000 кВт и стадия полного охвата достигаются за время ~ 100 секунд. Увеличение количества открытых проемов практически не влияет на время и длительность стадии полного охвата, продолжительность которой менее 10 с, но приводит к росту тепловыделения на следующей стадии развитого пожара (рис. 3).

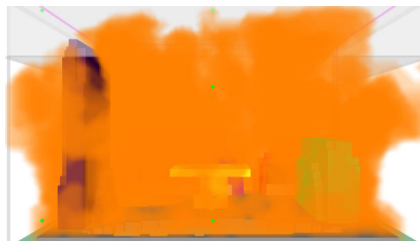


Рисунок 3 – Вид помещения на стадии его полного охвата пламенем

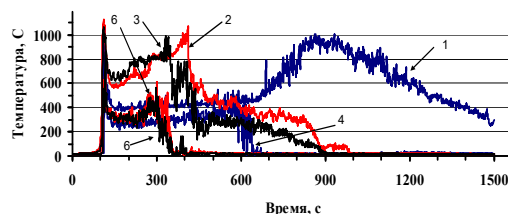


Рисунок 4 – Зависимости температуры воздуха от времени в центре помещения на высоте 1,7 м (1–3) и 0,3 м (4–6) при пожаре в помещении с открытым проемом в одной стене (1, 4), в двух противоположных стенах (2, 5), во всех четырех стенах (3, 6)

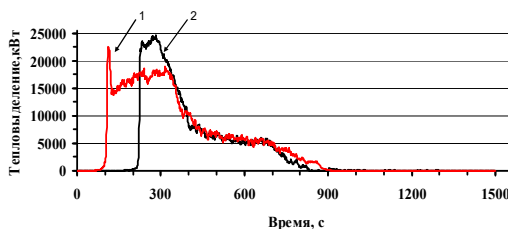


Рисунок 5 – Зависимости тепловыделения от времени при пожаре с теплотой сгорания материала дивана и ковра $4.5E4$ (1) и $1E4$ кДж/кг (2)

При таких пожарах в нижней зоне помещения – ниже высоты среднего роста человека 1,7 м – наблюдаются большие градиенты температуры воздуха, о чем свидетельствуют зависимости, представленные на рис. 4. Динамика пожара в помещении при одинаковых условиях вентиляции сильно зависит от параметров реакций находящихся в нем горючих материалов. Рис. 5 иллюстрирует изменение характера развития пожара в помещении с открытыми проемами во всех четырех стенах с быстрого (кривая 1) до среднего (кривая 2) при уменьшении теплоты сгорания материала, из которого сделаны диван и ковер. Видно, что переходные процессы к стадии полного

охвата имеют примерно одинаковые длительности у обоих пожаров, но длительность стадии полного охвата заметно больше у пожара со средней скоростью нарастания. Это связано с различиями в газодинамике пожаров, обусловленными разными величинами тепловыделения, что приводит к разному соотношению областей, в которых происходит пламенное горение и пиролиз горючих материалов.

В работе показано, что условия вентиляции и параметры реакций горения определяют время наступления и длительность стадии полного охвата помещения пламенем.

Литература

1. Karlsson, B. Enclosure fire dynamics. / B. Karlsson, J.G. Quintiere. – CRC Press LLC, 2000. – 317 p.
2. Drysdale, D. An introduction to fire dynamics / D. Drysdale. – Third edition. – Wiley, 2011. – 551 p.
3. Gorbett, G. The Current Knowledge & Training Regarding Backdraft, Flashover, and Other Rapid Fire Progression Phenomena, World Safety Conference / G. Gorbett, R. Hopkins. – Boston, Massachusetts, 2007.
4. McGrattan, K. 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.

УДК 629.7.066.

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ГЕРМЕТИЧНОГО ЭЛЕКТРОННОГО УСТРОЙСТВА В УСЛОВИЯХ НАБЕГАЮЩЕГО ПОТОКА

Савёлов П.И., Яцына Ю.Ф., Щавлев А.А.

*Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Проведены компьютерные исследования распределения тепловых полей при функционировании герметичного электронного устройства в условиях набегающего потока. Определены направление и величина скорости охлаждающих воздушных потоков для данного конструктивного исполнения. Разработан граф распределения рассеиваемой тепловой энергии. Установлено, что при данных конструктивных решениях не обеспечивается необходимая величина рассеивания теплоты при скорости набегающего потока 20 м/с и температуры окружающей среды 40 °С. Определена целесообразность выработки конструктивных решений, обеспечивающих нормальные условия эксплуатации электронного устройства.

Ключевые слова: тепловые поля, компьютерные исследования, рассеивание теплоты.

STUDY OF THE EFFICIENCY OF COOLING OF A HERMETIC ELECTRONIC DEVICE UNDER THE CONDITIONS OF A FLOW

Savelov P., Yatsyna Y., Shchavlev A.

*Republican Unitary Enterprise “Scientific-and-Production Centre of multifunctional unmanned systems” National Academy of Sciences of Belarus
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. Computer studies of the distribution of thermal fields during the operation of a sealed electronic device under free flow conditions have been carried out. The direction and magnitude of the speed of cooling air flows for this design are determined. A graph of the distribution of dissipated thermal energy has been developed. It has been established that these design solutions do not provide the required amount of heat dissipation at an incoming flow velocity of 20 m/s and an ambient temperature of 40 °C. The expediency of developing constructive solutions that provide normal operating conditions for an electronic device is determined.

Key words: thermal fields, computer research, heat dissipation.

*Адрес для переписки: Савёлов П.И. 220141, Минск, ул. Купревича, 10/7
e-mail: i@savelov-1.ru*

Для безотказной работы электронной аппаратуры в процессе функционирования необходимо, чтобы выполнялись условия ее нормального теплового режима, чтобы при любых внешних воздействиях окружающей среды внутри прибора должны создаваться температурные поля, которые не превышают предельно допустимые температуры работы электронных компонентов [1]. Определение тепловых полей особенно целесообразно проводить на ранних этапах проектирования электронной аппаратуры, т.к. принятие неправильных

технических решений не позволит конструктивно обеспечить оптимальные условия работы. Численный расчет величины тепловых полей при функционировании электронной аппаратуры не всегда возможен, т.к. невозможно определить основные начальные условия для корректного расчета [2]. Решение данной задачи возможно при помощи компьютерного моделирования на основе твердотельных моделей разрабатываемых устройств.

Целью данной работы является компьютерное моделирование тепловых полей, формирующихся