

$$\begin{aligned}
& a_{10}u_{1,x} - a_{17}u_{2,x} + 2a_6u_{1,xxx} + a_6u_{2,xxx} + a_{11}w_{1,xx} - a_{12}w_{2,xx} + \\
& a_{15}w_{1,xxxx} - a_{16}w_{2,xxxx} + a_8w_1 - a_8w_2 = q + \frac{1}{2}p_x h_1; \\
& -a_{18}u_{1,x} + a_{19}u_{2,x} - a_7u_{1,xxx} - 2a_7u_{2,xxx} - a_{12}w_{1,xx} + a_{14}w_{2,xx} - a_{16}w_{1,xxxx} + a_{13}w_{2,xxxx} - a_8w_1 + a_8w_2 = 0, \quad (2)
\end{aligned}$$

Принимаются условия свободного опирания стержня по торцам на неподвижные в пространстве жесткие опоры. Соответствующие граничные условия в сечениях $x = 0$; l (l – длина стержня) в перемещениях имеют вид

$$w_k = u_{k,x} = w_{k,xx} = 0 \quad (k = 1, 2) \quad (3)$$

Решение системы дифференциальных уравнений (2) предполагаем в виде разложения в тригонометрические ряды, которые автоматически удовлетворяют граничным условиям опирания на жесткие опоры (32):

$$\begin{aligned}
u_1 &= \sum_{m=1}^{\infty} U_{1m} \cos\left(\frac{\pi mx}{l}\right); \quad u_2 = \sum_{m=1}^{\infty} U_{2m} \cos\left(\frac{\pi mx}{l}\right); \quad w_1 = \sum_{m=1}^{\infty} W_{1m} \sin\left(\frac{\pi mx}{l}\right); \quad w_2 = \sum_{m=1}^{\infty} W_{2m} \sin\left(\frac{\pi mx}{l}\right); \\
q &= \sum_{m=1}^{\infty} q_m \sin\left(\frac{\pi mx}{l}\right). \quad (4)
\end{aligned}$$

После подстановки перемещений (4) и нагрузки в систему (2) получим систему линейных алгебраических уравнений, решая которую любым из стандартных методов, получим коэффициенты U_{1m} , U_{2m} , W_{1m} , W_{2m} разложения в ряд искоемых перемещений.

В качестве примера рассматривается изгиб трехслойного стержня под действием различного вида поверхностных нагрузок, приложенных к внешней плоскости первого слоя:

1 На стержень действует локальная поверхностная нагрузка, равномерно распределенная до сечения $x = b \leq l$. Ее можно представить в аналитическом виде с помощью функции Хевисайда $H_0(x)$.

2 На стержень действует локальная параболическая нагрузка.

3 На стержень действует локальная синусоидальная нагрузка.

Проведен численный анализ полученных решений. Сделан вывод о влиянии форм нагрузок на перемещения в стержне.

УДК 624.012

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ОГНЕСТОЙКОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СЛОИСТЫХ, МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В. П. ЯКИМУК, В. Г. КУЛИНИЧ

Научно-практический центр пожарной безопасности
Брестского областного управления МЧС

М. М. ГОМОН

Брестский государственный технический университет

За последние десятилетия в различных странах проведено большое число экспериментальных и теоретических исследований, посвященных огнестойкости строительных конструкций и свойствам строительных материалов при пожаре. В результате к настоящему времени издан ряд международных и отечественных нормативных документов по методам огневых испытаний и расчету пределов огнестойкости строительных конструкций. Разработаны методы расчета пределов огнестойкости конструкций с применением вычислительной техники для решения нелинейных задач теплопроводности и строительной механики. Огнестойкость строительных конструкций как область строительной науки получила развитие в результате использования и объединения в одном направлении специальных знаний по теплофизике, строительной механике и материаловедению.

Расчет строительных конструкций на огнестойкость состоит из двух взаимосвязанных частей – теплотехнической и статической. Причем теплотехническая часть расчета должна учитывать форму и внутреннюю структуру реальной конструкции, условия обогрева конструкции при пожаре

и зависимость теплофизических характеристик ее материалов от температуры, а статическая часть – расчетную схему конструкций, температурные напряжения и деформации, возникающие в ней при нагреве, а также зависимость механических характеристик материалов от температуры.

В качестве примера можно рассмотреть деревянную конструкцию. Если элемент деревянной конструкции подвержен воздействию огня, то на его поверхности образуется обугленный слой, толщина которого увеличивается с течением времени в зависимости от плотности и гигроскопического состояния древесины, а также от длительности действия огня. Поскольку такой обугленный слой не обладает механической прочностью, несущая способность элемента уменьшается по мере увеличения глубины обугливания. Кроме того, центральная (необугленная) часть сечения элемента также теряет свою прочность вследствие нагрева. При этом следует отметить, что под действием тепла древесина не подвергается ни расширению, ни усадке и ее термические деформации не влекут за собой опасности для конструкции в целом. Таким образом, для расчета огнестойкости элемента деревянной конструкции необходимо знать: скорость проникания обугливания в глубь сечения, распределение температуры в необугленной зоне сечения, распределение температуры в необугленной зоне сечения и изменение механических свойств древесины в зависимости от температуры.

В разрабатываемых в настоящее время инженерных методах расчета огнестойкости строительных конструкций в поперечных сечениях не определяются температурные поля, возникающие при нагревании в условиях реального пожара. Отсутствие такой информации вынуждает вводить ряд расчетных допущений и упрощений, которые снижают точность получаемых оценок и с качественной, и с количественной стороны.

При разработке программного комплекса мы строим математическую модель процесса нагревания элементов строительных конструкций при воздействии пожара на основе дифференциального уравнения теплопроводности Фурье при нелинейных граничных условиях и реализуем ее в программе для ПЭВМ, которая должна в значительной мере устранить отмеченные недостатки и способствовать получению более точных оценок при расчете огнестойкости конструкций. Программа позволит учитывать различные схемы теплового воздействия на конструкцию в условиях пожара, отслеживать изменение теплофизических и физико-механических свойств материалов конструкций в зависимости от температур по сечению элементов.

В области обеспечения пожарной безопасности концепция деятельности основана на динамике пожара, которая представлена следующими элементами: возникновение пожара (горючая среда, источники зажигания, окислитель) – распространение пожара (эвакуация людей, противопожарная устойчивость зданий и сооружений, распространение за пределы помещений, вызов подразделений МЧС) – обнаружение и локализация пожара (средствами пожарной автоматики и др.) – тушение пожара – расследование и ликвидация последствий пожара.

Поэтому мы разрабатываем координально новый подход к решению задач по расчету пределов огнестойкости строительных конструкций.

УДК 614.84

О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА В ЗДАНИИ С ЦЕЛЮ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

В. П. ЯКИМУК, В. Г. КУЛИНИЧ

Научно-практический центр пожарной безопасности

Брестского областного управления МЧС

Бурный рост промышленности и науки во всех сферах человеческой деятельности привели в настоящее время к такому положению вещей, что создание и разработка каких-либо новых технологий, технических средств (машин, приборов, оборудования и т. п.), а также методик их применения для нужд человека становится затруднительным, а в некоторых случаях невозможным, без интенсивного применения научных методов познания и поиска.