

Рис. 5. Изменение плотности удельного теплового потока в зависимости от параметров щелевого канала: 1 – гладкая одиночная пластина; 2 – одиночная пластина с сеткой; 3 – щель $\delta = 20$ мм; 4 – щель $\delta = 15$ мм; 5 – щель $\delta = 5$ мм. $T_{\text{вх}} = 80$ °С; плотность орошения - $0,084$ кг/(м·с).

жается к линейному. При плотностях орошения $Re < 200$ необходимо пользоваться степенной зависимостью (рис. 4). На рис. 5 приведены зависимости плотности удельного теплового потока от параметров щелевого канала.

Все приведенные выше данные позволяют повысить точность определения параметров теплоносителя расчетным путем.

УДК 641.841

Пщин С.В.

Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки МНС України

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВОГНЕЗАХИСНОЇ ЗДАТНОСТІ ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ БУДІВЕЛЬНИХ НЕСУЧИХ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Приведено постановку та розрахунково-експериментальний метод рішення задачі визначення вогнезахисної здатності вогнезахисних покриттів для будівельних несучих металевих конструкцій. Метод засновано на рішенні прямих задач теплопровідності. В якості вогнезахисної здатності прийнята залежність мінімальної товщини вогнезахисного покриття від зведеної товщини металу та нормативно заданої межі вогнестійкості.

Приведена постановка и расчетно-экспериментальный метод решения задачи по определению огнезащитной способности огнезащитных покрытий для строительных несущих металлических конструкций. Метод основан на решении прямых задач теплопроводности. В качестве огнезащитной способности принята зависимость минимальной толщины огнезащитного покрытия от приведенной толщины металла и нормативно заданного предела огнестойкости.

Statement and rated - experimental method of the solution of problem of fire-protective capacity definition of fire-protective covers for building carriers of metallic designs are adduced. The method is based on the solution of direct problems of heat conduction. The dependence of minimum fire-protective cover depth from reduced depth of metal and normatively predetermined threshold of fire resistance is accepted

Вывод

В результате проведенных исследований получены локальные плотности теплового потока при охлаждении стекающей пленки жидкости восходящим потоком воздуха в случае естественной конвекции в щелевом и кольцевом каналах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гашев П.И., Ковалев О.П., Цвелодуб О.Ю., Якубовский Ю.В. Тепломассообмен при контакте горячего газа со стекающей пленкой жидкости // ИФЖ.- 1984.- Т. 46.- №3.- С. 428-432.
2. Ганчев Б.Г. Охлаждение элементов ядерных реакторов стекающими пленками. М-Л.: Энергоатомиздат, 1987.- С. 104.
3. Дикий Н.А., Туз В.Е., Колоскова Н.Ю., Трокоз Я.Е. Исследование процессов тепломассопереноса в пористых насадках при пленочном течении жидкости // Изв. вузов СССР. Энергетика.- 1986.- № 7.- С. 93-96.
4. Туз В.Е., Лебедь Н.Л. Теплообмен и устойчивость пленочного течения теплоносителя в каналах с сетчатым покрытием // НТЖ Технологические системы.- К.- 2002.- № 2(13).- С. 155-158.

Получено 07.10.2004 г.

as a fire-protective capacity.

b – товщина, мм;
 C_0 – випромінювальна здатність абсолютно чорного тіла, Вт/(м²·К⁴);
 C_v – питома об'ємна теплоємність, кДж/(м³·К);
 F – площа поперечного перерізу, м²;
 q – густина теплового потоку, Вт/м²;
 T – температура, °С;
 t – час, хв;
 $t_{тр}$ – межа вогнестійкості, хв;
 x – координата, м;
 Π – периметр, що обігривається, м;

α – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м²·К);
 λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К);

Індекси:

k – конвективний;
 s – стандартна пожежа;
 ε – ступінь чорноти;
 min – мінімальний;
 m – метал;
 p – вогнезахисне покриття;
 $*$ – сумарний

У практиці будівництва широке застосування набули металеві конструкції, що мають значну міцність, відносну легкість і довговічність. Однак під час пожежі під впливом високих температур вони деформуються, втрачають стійкість і несучу здатність. Межа вогнестійкості будівельних несучих металевих конструкцій без вогнезахисного покриття або облицювання не перевищує 15 хв.

Одним з найбільш ефективних методів підвищення вогнестійкості металоконструкцій є застосування вогнезахисних покриттів, використання яких дозволяє підвищити час до досягнення критичної температури. Граничним станом з вогнестійкості є досягнення критичної температури металу, з якого виготовлена конструкція. Для сталевих конструкцій ця температура становить 500 °С (ознака втрати несучої здатності будівельної сталевих конструкції).

У 1998 року в Україні введено в дію Державний стандарт України ДСТУ Б В.1.1-4-98 “Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги” [1]. На розвиток цього стандарту розроблено “Методику випробувань несучих металевих конструкцій з вогнезахисним покриттям та облицюванням на вогнестійкість”. У цій методиці наведено процедуру випробувань з визначення межі вогнестійкості несучих металевих конструкцій. Однак, в ній відсутня процедура визначення залежності мінімальної товщини вогнезахисного покриття від зведеної товщини металу та нормативно заданої межі вогнестійкості, яка є вогнезахисною здатністю покриття, що визначається залежністю

$$b_{p \min} = f(b_m, t_{тр}). \quad (1)$$

Зведена товщина металоконструкцій, що захищаються, визначається за формулою

$$b_m = \frac{F}{\Pi}. \quad (2)$$

Нормативний документ, який регламентує визначення вогнезахисної здатності покриття в Україні на цей час відсутній.

Аналіз нормативних документів щодо методології визначення вогнезахисної здатності покриття найбільш докладно наведено в європейському стандарті ENV 13381-4:2002 “Методи випробування для визначення вкладу у вогнестійкість будівельних конструкцій - Частина 4: Захист, що використовується для сталевих конструкцій” [2].

Відповідно до цього стандарту випробовується певна кількість зразків за умов стандартного температурного режиму [1], який визначається залежністю

$$T_s = 345 \lg(8t + 1) + 20. \quad (3)$$

У якості зразків використовують балки та колони (короткі – довжиною 1 м, високі – довжиною 2 м) “Г”- та “Н”- профілів. В даних випробуваннях на кожному зразку встановлюють термометри і визначають залежності температури металу від часу нагріву.

Після отримання експериментальних даних проводять їх обробку. Для цього стандартом передбачена можливість застосування одного з трьох методів: методу, який ґрунтується на аналізі диференційного рівняння теплопровідності; графічного методу; методу регресивного аналізу. Однак, в даному стандарті методи обробки експе-

риментальних даних подано в загальному вигляді, неоднозначно визначено їх алгоритм, є багато питань, на які в стандарті не можна знайти відповіді. Через це на практиці неможливо адекватно їх реалізувати.

Враховуючи вищенаведене та з метою отримання достовірних та відтворюваних результатів з визначення вогнезахисної здатності покриттів для металевих конструкцій, має бути розроблений відповідний стандарт з урахуванням вимог європейського стандарту ENV 13381-4:2002.

Під час виконання цієї роботи передбачаються дослідження з метою визначення алгоритмів обробки експериментальних даних. Під час цих досліджень буде застосовано розрахунково-експериментальний метод, який засновано на математичному моделюванні процесів теплопровідності в конструкції за умов "стандартної пожежі".

Методика розв'язання задачі з визначення межі вогнестійкості конструкцій складається з наступних етапів:

- змістовна постановка задачі;
- опис об'єкта моделювання;
- вибір математичної моделі процесу теплопровідності в конструкції за умов "стандартної пожежі";
- визначення (вибір із літературних джерел) теплофізичних характеристик матеріалів конструкції;
- розв'язання прямої задачі теплопровідності;
- аналіз результатів розрахунку.

Моделювання процесу теплопровідності під час випробувань на вогнестійкість несучих металевих конструкцій, що мають одношарове вогнезахисне покриття, здійснюється наступним чином. Як фізичну модель такого типу будівельної конструкції приймаємо необмежену двошарову плоску пластину (рис. 1), яка складається з металевої стінки 1 та вогнезахисного покриття 2. Параметрами пластини є товщина металу b_M , товщина вогнезахисного покриття b_P та теплофізичні характеристики матеріалів пластини - коефіцієнт теплопровідності λ та питома теплоємність C_v .

Математична модель теплопровідності в двошаровій конструкції представляється у вигляді:

$$c_v(x, T) \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda(x, T) \frac{\partial T}{\partial x} \right) \quad (4)$$

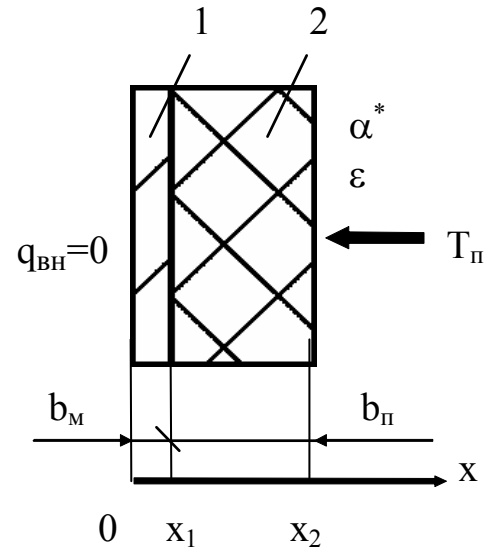


Рис. 1. Теплова схема конструкції: 1 - метал; 2 - вогнезахисне покриття.

$$0 \leq x \leq x_2; \quad T = T(x, t) .$$

$$c_v = \begin{cases} c_{vM} , & 0 \leq x \leq x_1 \\ c_{vП} , & x_1 < x \leq x_2 \end{cases} ;$$

$$\lambda = \begin{cases} \lambda_M , & 0 \leq x \leq x_1 \\ \lambda_n , & x_1 < x \leq x_2 \end{cases} .$$

Початкові умови:
 $T(x, 0) = T_0. \quad (5)$

Граничні умови:
 $\lambda_M \frac{\partial T(0, t)}{\partial x} = 0. \quad (6)$

$$\lambda_n \frac{\partial T(x_2, t)}{\partial x} + \alpha^* (T_{п}(t) - T(x_2, t)) = 0. \quad (7)$$

$$\alpha^* = \alpha_k + \frac{C_0 \epsilon}{T_c(t) - T(x_2, t)} \cdot \left\{ \left[\frac{T_s(t)}{100} \right]^4 - \left[\frac{T(x_2, t)}{100} \right]^4 \right\} \quad (8)$$

Розв'язуванням прямої задачі теплопровідності визначається залежність температури пластини від координати і часу. За цими даними встановлюється час від початку вогневої дії за стандартним температурним режимом до досягнення на поверхні металевої стінки (при $x = 1$) граничної температури $T_{доп}$, яка дорівнює 500 °С. Такі розрахунки проводяться для ряду значень товщин b_M ,

b_p та теплофізичних характеристик вогнезахисного покриття λ_p , $C_{вп}$, які задаються сталими значеннями.

Висновок

Отримані значення термометрування та меж вогнестійкості для конструкцій, що мають різну товщину покриття та зведену товщину металу, будуть використовуватися як вхідні дані при

опрацюванні алгоритмів визначення вогнезахисної здатності покриття методами, що зазначено в ENV 13381-4:2002.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б В.1.1-4-98 Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги.

Получено 02.11.2004 р.

УДК 629.12.03

Рыжков А.С. (мл.)

Научно-исследовательский институт проблем экологии и энергосбережения
Национального университета кораблестроения им. адмирала Макарова

ИССЛЕДОВАНИЕ УЛАВЛИВАНИЯ АЭРОЗОЛЕЙ В НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ КОАГУЛЯТОРАХ ТИПА ТРУБЫ ВЕНТУРИ

Розроблена робоча ділянка та виконано дослідження впливу перепаду температур на ефективність очищення газових викидів від аерозолів в неізотермічних гідродинамічних коагуляторах типу труби Вентурі. Визначено вплив температури, ступеню зрошення та швидкості потоку на ефективність очищення. Надбавка за рахунок теплового ефекту до мікрочасток, що вловлено, складає 20...30%.

Разработан рабочий участок и выполнено исследование влияния перепада температур на эффективность очистки газовых выбросов от аэрозолей в неизоотермических гидродинамических коагуляторах типа трубы Вентури. Определено влияние температуры, степени орошения и скорости потока на эффективность очистки. Надбавка за счет теплового эффекта к улавливанню микрочастиц составляет 20...30%.

Experimental installation is developed and research of influence of temperature differences on efficiency of gas clearing from aerosol emissions in none isothermal hydrodynamic coagulators of pipe Venturi type is executed. Temperature influences, a degree of an irrigation and speed of a stream on efficiency of clearing is determined. The extra charge due to thermal effect of micro particles catching makes 20... 30 %.

C , $C_{вх}$, $C_{вых}$ – концентрация аэрозольных частиц – общая, на входе и выходе из установки, мг/м³;
 $C_{удл}$ – изменение концентрации аэрозоля в исследуемом элементе, мг/м³;
 G_v – расход очищаемого газа, м³/с (м³/ч);
 g_o – количество орошаемого масла, кг/ч;
 $g_{пр}$ – расход воздуха в период забора пробы через аспиратор, л/мин;

$g_{удл}$ – количество уловленного масла, кг/ч;
 $m_{вх}$, $m_{вых}$ – масса фильтров до и после пробы, мг;
 t – температура, °С;
 η_{Σ} – коэффициент суммарной эффективности очистки, %;
 Δp – аэродинамическое сопротивление, Па;
 τ – время, мин.