



УКРАЇНА

(19) UA (11) 91428 (13) C2
(51) МПК (2009)
G01N 3/60
G01M 19/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

1

(21) а200814085
(22) 08.12.2008
(24) 26.07.2010
(46) 26.07.2010, Бюл.№ 14, 2010 р.
(72) ФОМІН СТАНІСЛАВ ЛЕОНІДОВИЧ, ЯКОВЛЕВА РАІСА АНТОНІВНА, БЕЗУГЛИЙ ОЛЕКСІЙ МИХАЙЛОВИЧ
(73) ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ
(56) UA 23833 A; 31.08.1998
SU 332356; 14.03.1972
RU 2180741 C2; 20.07.2001
RU 2092821 C1; 10.10.1997
RU 2112961 C1; 10.06.1998
JP 62201331 A; 05.09.1987
CN 1664552 A; 07.09.2005
(57) 1. Пристрій для контрольних випробувань вогнезахисних покриттів металевих конструкцій, що містить досліджуваний зразок з нанесеним на нього досліджуваним вогнезахисним покриттям, камеру або електричну муфельну піч, набір температурних датчиків і вторинних приладів для реєстрації

2

реєстрації і регулювання температур в печі і на зразку, який **відрізняється** тим, що зразок виконаний у вигляді порожнистого сталевго циліндричного кільця, на зовнішню поверхню якого нанесене досліджуване покриття, це циліндричне кільце щільно насаджується на середню частину сталевго порожнистого циліндричного вимірювального вкладиша з внутрішньою теплоізоляцією порожнини, який забезпечений термопарами для вимірювання температури на контакті з кільцем зразка і в центрі теплоізоляції, при цьому крайні частини вкладиша теплоізовані таким чином, що в центральній частині збірного із досліджуваного зразка і вкладиша циліндра створюється однорізне вісесиметричне нестационарне температурне поле.

2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що в залежності від різних типоб'ємів досліджуваних зразків вкладиш виконують з різними діаметрами внутрішньої порожнини або з набору сталевих циліндрів, щільно вставлених один в один.

Винахід відноситься до пристроїв для контрольних випробувань вогнезахисних составів металевих конструкцій.

Контрольний метод випробування вогнезахисних составів використовується при контролі вогнезахисної ефективності вогнезахисних составів при їх виробництві, а також при постачаннях крупних партій вогнезахисних покриттів і при проведенні пошукових експериментальних досліджень по розробці вогнезахисних составів.

Відомі пристрої для контрольних випробувань вогнезахисних составів містять дослідні зразки з нанесеним на них вогнезахисним составом, вогняні або електричні муфельні печі, набір температурних датчиків і вторинних приладів для реєстрації і регулювання температур в печі і на зразку [1-4]. Такі пристрої створюють теплову дію на дослідний зразок і дозволяють визначити час від початку теплової дії до настання граничного стану дослідного зразка.

В процесі проведення випробувань реєстру-

ються наступні показники: час настання граничного стану; зміна температури в печі відповідно до стандартного температурного режиму, поведінка вогнезахисного покриття (спучення, обуглювання, відшаровування, виділення диму, продуктів горіння і так далі); зміна температури металу дослідного зразка.

Недоліки відомих пристроїв полягають у високій вартості проведення вогняних випробувань на фрагментах реальних металевих конструкцій або на зразках у вигляді металевих пластин різної товщини, нерівномірному нагріві середньої і торцевих частин пластин, значної витрати металу і досліджуваного составу, трудовитрат на їх виготовлення, підготовку і проведення випробування, недостатня випробувальна база в Україні.

Найбільш близьким по суті є пристрій [5], який містить камеру піч, стандартний температурний режим пожежі в якій забезпечується за допомогою десяти карбідокремнієвих нагрівачів (робоча температура нагрівачів до 1450°C) і системою регу-

(13) C2

(11) 91428

(19) UA

лювання режиму нагріву. Пристрій дозволяє проводити випробування одночасно двох зразків у вигляді металевих пластин з нанесеним (або закріпленим) з одного боку вогнезахисним покриттям при їх односторонньому нагріві (зразки встановлюються у вікнах на стінках печі), а також одного зразка (з двостороннім покриттям) при двосторонньому нагріві (зразок встановлюється усередині печі). Недоліками приведеного пристрою є застосування зразків у вигляді металевих пластин з вогнезахисним покриттям, необхідність застосування різних по товщині пластин при моделюванні різних співвідношень об'єму металу до площі поверхні, що обігривається, нерівномірний нагрів середньої і торцевих частин пластини, значні витрати досліджуваних матеріалів, трудовитрат на їх підготовку і проведення випробування.

Поставлена задача - збільшення точності визначення теплозахисних властивостей покриттів металевих конструкцій, зниження вартості, трудовитрат на підготовку і проведення випробувань, спрощення ідентифікації теплофізичних характеристик составів.

Рішення цієї задачі досягається тим, що пристрій для контрольних випробувань вогнезахисних покриттів металевих конструкцій містить дослідні зразки з нанесеним на них вогнезахисним составом, камерну або електричну муфельну піч, набір температурних датчиків і вторинних приладів для реєстрації і регулювання температур в печі і на зразку; причому зразок виконаний у вигляді порожнистого сталевого циліндра - циліндрового кільця, на зовнішню поверхню якого наноситься досліджуване покриття. Зразок щільно насаджується на середню частину сталевого полого циліндрового вимірювального вкладиша з внутрішньою теплоізоляцією порожнини, забезпеченого термопарами для вимірювання температури на контакті з кільцем зразка і в центрі теплоізоляції.

Крайні частини вкладиша теплоізолюються, що створює в центральній частині збірною із зразком циліндра одновимірне осесиметричне нестационарне температурне поле. Передбачено декілька вкладишів з різними діаметрами внутрішньої порожнини для можливості варіювати співвідношення площі поверхні зразка A_s , що нагрівається, до його об'єму V_s .

Пристрій для контрольних випробувань вогнезахисних покриттів металевих конструкцій (фіг. 1, 2) містить дослідний зразок у вигляді сталевого циліндрового кільця 1 з нанесеним досліджуваним составом 2, сталевий порожнистий циліндровий вимірювальний вкладиш 3 з внутрішньою теплоізоляцією порожнини 4, забезпечений термопарами для вимірювання температури на контакті з циліндровим кільцем зразка 5 і в центрі теплоізоляції 6, теплоізолятор охоронної зони вимірюваль-

ного блоку 7. Пристрій розміщується співісній з подовжньою віссю електричної печі 8 для рівномірного обігріву по створюючій циліндрового зразка 1 з нанесеним досліджуваним составом 2 (фіг.3).

Електрична камерна або муфельна піч виконується так, щоб забезпечити нагрів зразка по режиму стандартної пожежі. Для проведення випробувань при різних співвідношеннях площі поверхні зразка A_s , що нагрівається, до його об'єму V_s передбачений набір декількох вкладишів з різними діаметрами внутрішньої порожнини або застосування складеного вкладиша з набору сталевих циліндрів щільно вставлених один в іншій.

Для фіксації температури нагріву в 4 діаметрально розташованих по колу точках середньої частини сталевого циліндрового вимірювального вкладиша закарбовуються термопари, які прокладені в борозенках зовнішньої або виведені через торець утепленої частини з муфельної печі на вторинний прилад. Для пасивних покриттів також встановлюються 4 термопари на їх поверхні. Для покриттів, що спучуються, температурне поле заміряється по термопарах, що встановлюються в печі.

Контрольні випробування проводяться таким чином. Зразок 1 з покриттям 2 щільно насаджується на середню частину циліндрового вимірювального вкладиша 3, який вставляється в теплоізолятор торцевих охоронних зон 7 (фіг.1). Пристрій встановлюється в піч на вогнестійкій підставці, що забезпечують центрування циліндра зразка для його рівномірного осесиметричного нагріву (фіг.3). Включається електрична піч. Нагрів проводиться до настання граничного стану, за який береться досягнення критичної температури сталі дослідних зразків, рівною 500°C (середня по чотирьох термопарах 6). В процесі нагріву проводиться вимір температури в печі і по всіх термопарах.

За наслідками вимірювань температури в часі визначаються реальні (для пасивних твердих покриттів) або еквівалентні (для покриттів, що спучуються) теплофізичні характеристики: коефіцієнт

об'ємної теплоємності $c_{p3}(T)$ і коефіцієнт теплопровідності $\lambda_3(T)$ в залежності від температури T шляхом рішення зворотної задачі теплопровідності для теплової системи, що складається з циліндрової області внутрішньої теплоізоляції вимірювального сталевого вкладиша радіусом r_1 , циліндрового сталевого кільця вкладиша і сталевого зразка внутрішнім радіусом r_1 і зовнішнім радіусом r_2 , а також циліндровим шаром досліджуваного покриття внутрішнім радіусом r_2 і зовнішнім радіусом r_3 (фіг.4).

Для цієї системи сформульовано наступна зворотна задача теплопровідності:

$$c_{p1}(T) \frac{\partial T_1}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(\lambda_1 r \frac{\partial T_1}{\partial r} \right), \quad 0 < r < r_1; t > 0; \quad (1)$$

$$\frac{\partial T_1}{\partial r} = 0, \quad r = 0; \quad (2)$$

$$\lambda_1 r \frac{\partial T_1}{\partial r} = \lambda_2 r \frac{\partial T_2}{\partial r}, \quad T_1 = T_2; \quad r = r_1; \quad (3)$$

$$c\rho_2 \frac{\partial T_2}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(\lambda_2 r \frac{\partial T_2}{\partial r} \right), \quad r_1 < r < r_2, t > 0; \quad (4)$$

$$\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial r} = \lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial r}, \quad T_2 = T_3; \quad r = r_2; \quad (5)$$

$$c\rho_3 \frac{\partial T_3}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(\lambda_3 r \frac{\partial T_3}{\partial r} \right), \quad r_2 < r < r_3, t > 0; \quad (6)$$

$$-\lambda_2 \frac{\partial T}{\partial r} = \varepsilon \sigma \left[(T_3 + T^*)^4 - (T_f + T^*)^4 \right] + \alpha (T_3 - T_f), \quad r = r_3; \quad (7)$$

$$T = T_0, t = 0, 0_1 < r < r_3; \quad (8)$$

невідомими є $c\rho_3(T)$ і $\lambda_3(T)$,

де r_1 - радіус зовнішньої поверхні теплоізоляції порожнини металевго циліндра (внутрішній поверхні металевго циліндра), м;

r_2 - радіус зовнішньої поверхні металевго циліндра, м;

r_3 - радіус зовнішньої поверхні вогнезахисного покриття, що приймається рівний початковому радіусу захисного покриття до нагріву, м;

T_1 - температура у внутрішній теплоізоляції, °C;

T_2 - температура в металі, °C;

T_3 - температура в захисному шарі, °C;

T_f - температура пожежного середовища, °C;

$T^* = 273,15^\circ\text{C}$;

t - час, с;

Рішення нелінійної нестационарної задачі теплопровідності (1) - (8) зводиться до вирішення послідовності стаціонарних нелінійних задач теплопровідності для кожного моменту часу на базі сумісного застосування ітераційного, варіаційного і методу кінцевих елементів за розробленою програмою розрахунку на персональному комп'ютері [6].

Джерело інформації

1. НПБ 236-97 Нормы государственной противопожарной службы МВД России. 1997 г.

2. Инструкция по определению теплоизолирующих свойств вспучивающихся покрытий по металлу. - М.: ВНИИПО, 1980,

3. Т.Н. Шаль. Методика проведения огневых испытаний и исследования адгезии покрытий к металлу, в об. Проблемы огнезащиты строительных материалов и конструкций. - Львов: МП "Украина", 1994.

4. Определение теплоизолирующих свойств огнезащитных покрытий по металлу: Методика. - М.: ВНИИПО, 1998. - 19 с.

5. Абрамов А.А., Новак С.В., Кокорин А.П. Лабораторная установка для оценки эффективности огнезащитных покрытий // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. - Киев: МВД Украины, 1995. - С. 219-220.

6. Яковлева Р.А., Фомин С.Л., Сафонов Н.А., Безуглый А.М. Новые огнезащитные покрытия по металлу и идентификация их теплофизических свойств // Научный вестник строительства. Вип. 48. - Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2008. - С.250-268.

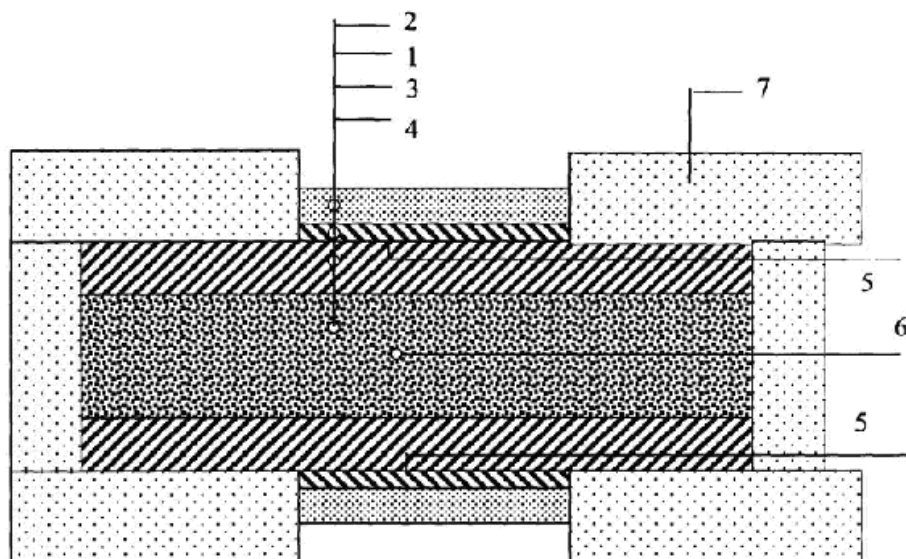


Fig. 1

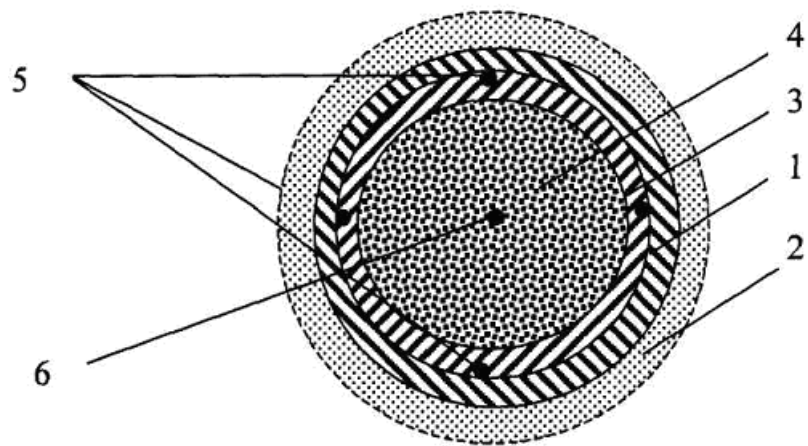


Fig. 2

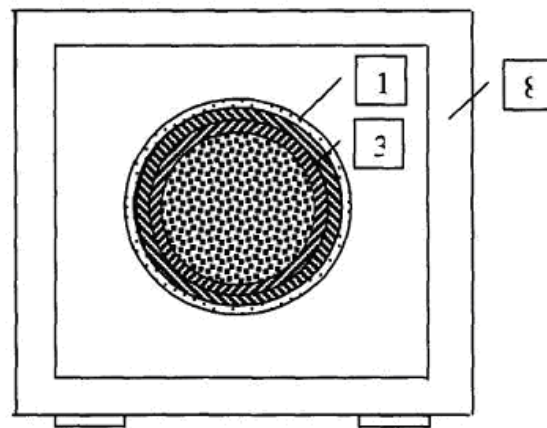


Fig. 3

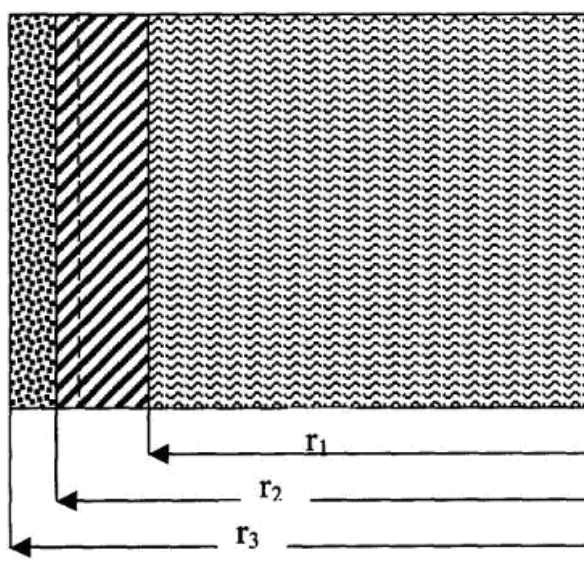


Fig. 4