

свою радіоактивність, виділити певну енергію, що вони і роблять з періодом розпаду, властивим кожному радіоактивному елементу. Причому цей період може бути дуже коротким (менше однієї секунди), середньої тривалості (від кількох місяців до років), або дуже тривалим (у декілька сотень або тисяч років). Ця залишкова потужність, хоча і убуває, але протягом довгого часу залишається достатньою, що вимагає подальшого охолодження палива (Табл. 1).

Отже, безпека ядерної енергоустановки базується на надійному захисті від джерел випромінювання і на можливості їх локалізації.

Зазначені вище фактори визначають специфічні види ризиків експлуатації ядерних енергетичних установок, запобігання яким в значній мірі підвищує безпечність експлуатації АЕС та потребує:

- ефективного контролю за ланцюговою ядерною реакцією, а, отже, і за потужністю;

- підтримання теплогідравлічних умов, здатних забезпечити необхідне охолодження палива з метою збереження герметичності оболонок ТВЕЛів і, отже, збереження першого бар'єру безпеки;

- утримання радіоактивних продуктів, що містяться не тільки в паливі, але і в теплоносії першого контуру, в реакторній будівлі, що становить захисну оболонку, і в інших приміщеннях блоку.

Ці заходи складають основні функції безпеки, на забезпеченні яких і ґрунтується вся безпека експлуатації ядерних енергетичних установок.

Таблиця 1. Залишкова потужність реактора, що викликана залишковою радіоактивністю*

Термін з моменту припинення реакції	Доля початкової теплової потужності	Виділена тепла потужність в МВт
1 секунда	17 %	500
1 хвилина	5 %	150
1 година	1,5 %	45
1 день	0,5 %	15
1 тиждень	0,3 %	9
1 місяць	0,15 %	4,5
1 рік	0,03 %	1
10 років	0,003 %	0,1
100 років	0,001 %	0,03
1000 років	0,0002 %	0,006

* Реактор 3000 МВт, тобто приблизно 1000 МВт в кінці циклу. При завантаженні ураном, максимальний коефіцієнт вигорання палива складає 33 000 МВт·доб./т.

Висновки. При оцінці рівня радіаційної небезпеки експлуатації ядерних реакторів необхідно враховувати сукупність специфічних факторів ризику, що можуть призвести до позаштатних (аварійних) ситуацій на АЕС. В цих випадках ці види ризиків підлягають подвійній оцінці: по ступеню ймовірності виникнення надзвичайної ситуації радіаційного характеру і по ступеню важкості її наслідків.

Для попередження специфічних видів ризику при експлуатації ядерних енергоблоків для підвищення загального рівня безпеки АЕС необхідна розробка ряду методик щодо оцінки рівнів ризику, які повинні використовуватись як на етапі проектування, так і на етапах будівництва та експлуатації АЕС.

ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ Держатомрегулювання України від 19.11.2007 р. №162 «Про затвердження загальних положень безпеки атомних станцій» (НП 306.2.141-2008).
2. Норми радіаційної безпеки України. Доповнення: радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000) (ДГН 6.6.1.-6.5.061-2000).
- 3 Соловьев С.П. Аварии и инциденты на атомных станциях: учебное пособие по курсам «Атомная электростанция», «Надежность и безопасность АЭС». Обнинск: ИАЭ, 1992. 299 с.

УДК 666.762

ФОРМУВАННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ В КРЕМНЕЗЕМИСТИХ ПОКРИТТЯХ ПО ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ

Скородумова О.Б., д.т.н., с.н.с., Тарахно О.В., к.т.н., доц.,
Чеботарьова О.М., ад'юнкт, Гапон Ю.К., к.т.н.

Національний університет цивільного захисту України
Emen Fatih Mehmet, Prof., Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy University Istiklal
Campus, Turkey

Підвищення вогнестійкості текстильних матеріалів є однією з важливих проблем, так як вони можуть витримувати тільки короткочасну дію вогню, але при цьому відбувається часткове або повне руйнування тканини.

Підвищити вогнестійкість тканини можна шляхом просочення розчинами антипіренів, проте це не вирішує проблему кардинально: водорозчинні неорганічні сполуки, що використовуються в якості антипіренів, легко вимиваються з тканини при пранні. Нанесення кремнеземистих покриттів на тканину шляхом просочення золями кремнійорганічних сполук вирішує проблему вимивання покриття, проте створює додаткові складності в момент нанесення композиції на тканину.

На вогнестійкість текстильних матеріалів впливає, в першу чергу, якість нанесення на них вогнестійкого покриття. Основними вимогами до вогнестійких покриттів по тканинах є збереження еластичності тканини і забезпечення однорідності по фазовому складу і товщині покриття.

Відомо, що однорідність гелів SiO_2 буде максимальною, якщо паралельно-послідовні реакції гідролізу і поліконденсації кремнійорганічних компонентів розділити в часі: забезпечити найбільш повне протікання реакції гідролізу до початку, або, принаймі, при малій швидкості реакції поліконденсації, таким чином, щоб переважаючим був процес гідролізу. В такому випадку, використовуючи відповідні каталізатори гідролізу, можна ініціювати заданий механізм поліконденсації і отримати заздалегідь заплановану структуру гелю.

Просочення текстильних матеріалів найбільш доцільно проводити в індукційному періоді дозрівання золю, тобто тоді, коли в'язкість золю практично не змінюється і мінімальна.

Кремнійорганічні сполуки досить легко гідролізуються і схильні до поліконденсації з утворенням первинних гелевих частинок SiO_2 . В індукційному періоді дозрівання золю відбувається утворення первинних агломератів, їх зростання в процесі перекоденсації і формування первинних наночастинок. Зовнішній вигляд, плинність і оптична щільність золю при цьому не змінюється.

Однак, при досягненні критичних розмірів гелевих частинок утворення агрегатів наночасток кремнезему за рахунок дії ван-дер-ваальсових сил призводить до різкого зниження плинності золю і подальшої коагуляції. Тривалість індукційного періоду дозрівання золю залежить від кінетичних параметрів проведення реакцій гідролізу і поліконденсації.

Відомо, що найвищу стійкість до коагуляції і плинність золі SiO_2 набувають в інтервалах рН менше 2 і більше 10. Однак використання таких золів для просочення тканин небажано, тому що призводить до часткового руйнування ниток і втрати міцності текстильних матеріалів.

Найбільш доцільно застосовувати золі, одержані в нейтральній області рН (~7). Однак, в цьому інтервалі золі дуже нестійкі і схильні до миттєвої коагуляції. Визначення рН в золях утруднено через наявність у водному розчині колоїдних частинок SiO_2 (полікремнієвої кислоти) і органічного розчинника. Крім того, на характер і швидкість поліконденсації впливає наявність і кількість функціональних груп на поверхні первинних наночастинок SiO_2 в золі.

У зв'язку з цим було доцільним вивчити процес старіння золів SiO_2 в індукційному періоді і його вплив на формування вогнезахисних властивостей в кремнеземистих покриттях по текстильних матеріалах.

В якості вихідних компонентів використовували хімічні чисті реагенти: метилтриетоксисилан, тетраетоксисилан, а також технічні продукти: етилсилікат марок 32 і 40. Золі SiO_2 отримували в присутності різних органічних розчинників (етанолу, ацетону, бутанолу, етилацетату, бутилацетату), а також різних кислотних (HCl , HNO_3 , H_3PO_4) і лужних (NaOH , NH_4OH) каталізаторів.

Вплив кінетичних параметрів проведення гідролізу і поліконденсації на фазовий склад експериментальних золів і якість вогнестійких покриттів вивчали за допомогою інфрачервоної спектроскопії (інфрачервоний Фур'є-спектрометр Tensor 27) та диференційно-термічного аналізу (дериватограф ОД-103). Мікроструктуру покриттів по тканинах досліджували за допомогою оптичного мікроскопа (XS-3320) у відбитому світлі при різному збільшенні.

Інфрачервоні спектри експериментальних золів представлені набором характеристичних смуг поглинання коливання зв'язків полікремнієвої кислоти: $\equiv\text{Si}-\text{OH}$ (960cm^{-1}), $\equiv\text{Si}-\text{O}$ (800 , 1090cm^{-1}), $\equiv\text{Si}-\text{OR}$ (1390 , 1450 , 1550cm^{-1}) і $-\text{O}-\text{H}$ (3640cm^{-1}).

Ступінь завершеності процесу гідролізу в експериментальних золях оцінювали, розраховуючи відношення інтенсивності смуг поглинання коливання зв'язків $\equiv\text{Si}-\text{OR}$ і $\equiv\text{Si}-\text{OH}$.

Непрямою характеристикою ступеня поліконденсації в золі може служити оцінка співвідношення груп $\equiv\text{Si}-\text{OH}$ і $\equiv\text{Si}-\text{O}$. Гідрофільні силанольні групи $\equiv\text{Si}-\text{OH}$ розташовуються на поверхні колоїдних частинок. При їх конденсації утворюються місткові зв'язки $\equiv\text{Si}-\text{O}-\text{Si}\equiv$ між частинками, прискорюючи процес коагуляції. Таким чином, відношення інтенсивностей цих смуг може показати, наскільки активно йде поліконденсація.

Відношення $\equiv\text{Si}-\text{OR} / \equiv\text{Si}-\text{O}$ дає уявлення про те, наскільки розділені в часі процеси гідролізу і поліконденсації: чим менше це відношення, тим повніше пройшов гідроліз і тим пізніше почався процес поліконденсації.

Відомо, що при збільшенні силоксанового ланцюга в золі на ІЧ-спектрах це проявляється зниженням інтенсивності смуги коливання зв'язку $\equiv\text{Si}-\text{O}$ при 1090cm^{-1} з одночасним її розширенням. Тому було доцільним оцінити співвідношення $\equiv\text{Si}-\text{OH} / \equiv\text{Si}-\text{O}$, що показує, який процес переважає: утворення