

2005, т.99, №3, С. 58 - 68. 9. Воронова Л.М. Низкотемпературная рекристаллизация субмикроструктурной структуры армко-железа и стали 30Г2Р / Л.М. Воронова, М.В. Дегтярев, Т.И. Чащухина // ФММ, 2004, т.98, №1, С. 93 - 102.

Поступила в редколлегию 01.02.2012

УДК 577.4:658.382.3:628.31

А.В. ПИСАРЄВ, канд. військ. наук, доц., НЮАУ, Харків,
С.А. ТУЗІКОВ, канд. техн. наук, с.н.с., НЮАУ, Харків,
А.Ф. ЛАЗУТСЬКИЙ, канд. військ. наук, доц., НЮАУ, Харків,
В.О. ТАБУНЕНКО, канд. техн. наук, с.н.с., академія Внутрішніх Військ
МВС України, Харків

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПЛІВОК І ПОКРИТТІВ

Розглянуто фізико-хімічні основи застосування плівок і покриттів для запобігання радіоактивного забруднення, його розповсюдження на інші об'єкти та підвищення ефективності дезактивації.

Ключові слова: об'єкти, адгезив, сорбенти

Рассмотрены физико-химические основы применения пленок и покрытий для избежания радиоактивного загрязнения, его распространения на остальные объекты и повышения эффективности дезактивации

Ключевые слова: объекты, адгезив, сорбенты

The physicochemical basis for the use of films and coatings in order to avoid contamination, its spread to other objects and increase the effectiveness of decontamination

Keywords: objects, adgeziv, sorbents

Постановка проблеми: Для запобігання радіоактивного забруднення, його розповсюдження на інші об'єкти та підвищення ефективності дезактивації можна застосовувати плівки і покриття, що наносяться на поверхні різноманітних об'єктів.

На підставі роботи [1] і з урахуванням практики дезактиваційних робіт будемо у подальшому розмежовувати застосовувані композиції на плівки і покриття. Плівки наносять на поверхню об'єкта і видаляють їх після вичерпання своїх захисних властивостей, тобто мова йдеться про плівки, що видаляються. За допомогою покрить здійснюється футеровка найнебезпечніших з погляду на радіоактивну забрудненість об'єктів, зокрема підлоги. Покриття знижують радіоактивне забруднення, полегшують дезактивацію; діапазон використання плівок, що видаляються значно ширший. У зв'язку з цим у подальшому головним чином будуть розглядатися плівки, що видаляються.

У залежності від цільового призначення можна класифікувати три основні групи плівок [2], а саме: ізолюючі (їх іноді називають акумулюючими), дезактивуючі і локалізуючі (див. рис.). Така класифікація ґрунтується на відношенні плівок до радіоактивних забруднень. Ізолюючі плівки і покриття, що не видаляються сприймають радіоактивні забруднення, екранують поверхню на відміну від локалізуючих, котрі наносяться на уже забруднену поверхню. Дія

дезактивуючих плівок полягає у проникненні радіонуклідів у матеріал плівки і у видаленні плівки разом з радіоактивними забрудненнями, що в ній утримуються. Покриття на відміну від плівок, володіють лише ізолюючою функцією.

Вибір матеріалу для плівок визначається особливостями об'єкту, природою радіоактивного забруднення і наявністю певних ресурсів. У якості плівок різноманітного призначення використовують лакофарбові матеріали, гідрофобізуючі сполуки, полімерні композиції, дисперсні системи, у тому числі сорбенти, у вигляді суспензій, паст і гелів.

Особливо складну сполуку мають полімерні композиції. У якості полімерної основи подібних композицій застосовуються водяні і водно-спиртові розчини полімерів, до числа яких належать полівініловий спирт, плівнілбутераль, дисперсія латексів, полівінілацетатна емульсія тощо. Окрім того можливе застосування композиції з двох і навіть трьох суполімерів, наприклад, вінілацетата з етиленом [3]. Для надання плівкам фізико-хімічних властивостей (необхідну еластичність, міцність і адгезію) до сполуки полімерних композицій уводять пластифікатори (гліцерин, трибутилфосфат тощо) і наповнювачі (поверхнево-активні речовини, пігменти, рідше сорбенти). Для зв'язування РН у відповідності до властивостей плівок та їх призначення (див. рис.) до складу полімерних композицій додають хімічні реагенти, до числа яких відносяться мінеральні і органічні кислоти, розчинні фторидні з'єднання, окиснювачі, комплексоутворювачі та деякі інші.

Цільове призначення плівок:

а – ізолюючі; *б* – дезактивуючі; *в* – локалізуючі; *г* – заповнення виїмів шорсткої поверхні плівкою структурованого адгезива.

Не дивлячись на різне функціональне призначення, широкий асортимент матеріалів для плівок, має місце ідентичність фізико-хімічних процесів нанесення, формування і видалення плівок, а також взаємодія їх з радіоактивними забрудненнями.

Плівки виникають звичайно безпосередньо на поверхні об'єкту; окрім того можливе нанесення на поверхню вже готових плівок. У першому випадку композиції, з яких потім формується плівка, наносять у рідкому або у структурованому стані. Потім ці композиції тверднуть, утворюючи плівки. Рідкі препарати (наприклад, кремнійорганічні, лакофарбові тощо), повинні змочувати і копіювати поверхню, тобто виконувати ті умови, які відносяться до дезактивуючих розчинів [4].

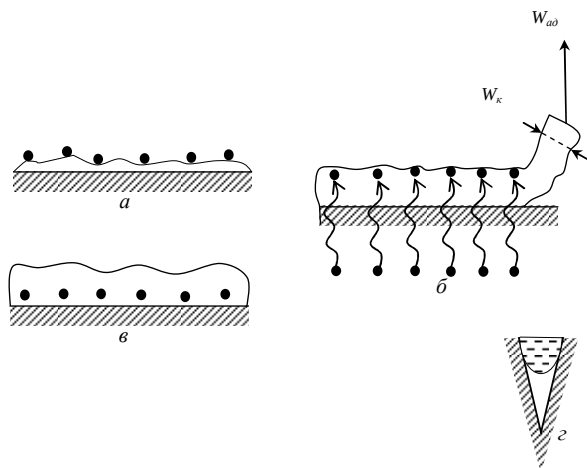


Рис. Цільове призначення плівок:
а – ізолюючі; *б* – дезактивуючі; *в* – локалізуючі; *г* – заповнення виїмів шорсткої поверхні плівкою структурованого адгезива

Особлива умова виникає при контакті структурованих тіл – деяких полімерних композицій, структурованих суспензій, гелів і паст [5]. Для цих систем площа контакту формується особливим чином. Якщо обозначити $S_{\text{нк}}$ мінімальну номінальну площу контакту, яка виникає між структурованим адгезивом та ідеально гладкою поверхнею, при заповненні виїмів, що реально існують на шорсткій поверхні, площа контакту буде вже пов'язана із затіканням структурованої маси у ці виїми (див. рис.) і дорівнює $S_{\text{макс}}$. Фактично виїми заповнюються не цілком і площа фактичного контакту буде знаходитися в межах $S_{\text{нк}} < S_{\text{фк}} < S_{\text{макс}}$. Частку площі фактичного контакту по відношенню до мінімального можна виразити за допомогою коефіцієнта α :

$$\alpha = S_{\text{фк}}/S_{\text{нк}}.$$

На підґрунті розгляду елементарного акту процесу заповнення структурованим адгезивом виїмів шорсткої поверхні отримані критеріальні залежності. Ці залежності дозволяють зв'язати між собою поверхневі (питома поверхнева енергія адгезива σ_a , шорсткість субстрату Δ) і об'ємні властивості (в'язкість η і гранична напруга зсуву δ_0) із зовнішніми умовами (часом τ і тиском P_k контакту), які відчуває адгезив [4].

Критеріальні залежності виглядають наступним чином:

$$N_1 = \frac{\sigma_a \tau_k}{\eta \Delta}; N_2 = \frac{\delta_0 \tau_k}{\eta}; N_3 = \frac{P_k \tau_k}{\eta}. \quad (1)$$

Критерій N_1 характеризує співвідношення питомої поверхневої енергії і сил в'язкого тертя, N_2 – є аналогом критерію Сен-Венана за умов нестационарної течії, N_3 враховує вплив тиску контакту і в'язкого тертя.

В залежності від співвідношення параметрів, що входять до критеріїв, визначається повнота заповнення виїмів субстрату, тобто площа фактичного контакту. Для того щоб ця площа була постійною, необхідно дотримуватися постійності критеріїв, що входять до рівняння (1).

Змінити площу фактичного контакту можна змінюючи будь-який параметр, що входить до цих критеріїв, а шляхом взаємної комбінації критеріїв можна отримати наступні критерії подібності:

$$N_4 = \frac{N_3}{N_2} = \frac{P_k}{\delta_0}, \quad (2)$$

$$N_5 = \frac{N_3}{N_1} = \frac{P_k}{\sigma_a}, \quad (3)$$

На підставі критеріїв (1, 2, 3) можна уявити площу фактичного контакту або ж коефіцієнт, що її характеризує α у залежності від шорсткості субстрату Δ , поверхневих σ_a об'ємних властивостей адгезиву (η , δ_0) і зовнішніх факторів (τ_k , P_k), тобто

$$\alpha = f(\sigma_a, \eta, \delta_0, \tau_k, P_k, \Delta).$$

Знаючи коефіцієнт α , можна визначити фактичну площу контакту структурованого тіла при формуванні плівки, що видаляється.

В'язкість суспензій, застосовуваних для виготовлення дезактивууючої рідини у сотні разів перевищує в'язкість дезактивууючої речовини на основі поверхнево-активних речовин. Це значить, що час копіювання шорсткої поверхні і формування плівки із суспензії буде значно більшим.

Після нанесення рідких композицій, копіювання поверхні і затвердіння виникає адгезія [4], яка повинна бути достатньою для виконання плівками своїх функцій (див. рис.). У той же час адгезія повинна бути незначною, щоб сприяти видаленню цих плівок після вичерпання ними свого ресурсу. При видаленні плівок адгезія конкурує з таким явищем, когезія [6], що визначає зв'язок всередині матеріалу самої плівки. Умова адгезійного відриву плівки у загальному вигляді можна представити наступним співвідношенням:

$$W_{ад} < W_{к}; F_{ад} < F_{к}, \quad (4)$$

де $W_{ад}$, $W_{к}$, $F_{ад}$, $F_{к}$ – відповідно робота і сила адгезії і когезії.

Детальніше співвідношення між адгезією і когезією плівок, особливості адгезійного відриву при збереженні цілісності плівки, що видаляється викладені у [1].

Якщо не виконується умова (4), то відбувається розрив самої плівки на окремі частини, а не цілісне видалення самої плівки, що створює певні труднощі в практичному використанні плівок.

Адгезійна міцність визначалася для плівок з фторполімерів, сформованих після нанесення розчину з використанням негорючого розчинника, яким є хладон-113. Адгезійна міцність дорівнює 20 МПа.

Висновки: Якісно знижена адгезія у порівнянні з когезією спострігається для плівок із полівінілового спирту. Для цих плівок і плівок із натурального латексу з різноманітними добавками: когезійна міцність дорівнює 2,0...4,0 МПа, а адгезійна значно менша 0,03...0,07 МПа, тобто витримується умова (4).

Тому можливе пошарове нанесення покриттів, а потім їх пошарове видалення. Верхній забруднений шар, що знімається, оголяє нижчий, а той, у свою чергу стає як знову нанесений. У даному випадку когезія конкурує з аутогезією [1], що характеризує зв'язок по границі розділу між однорідними тілами, у даному випадку між шарами плівки. Пошарове нанесення плівок було використане для фото полімерів, коли чисельність шарів складало 3...4. У випадку трьохшарового покриття товщина одного шару, що знімається, складала 100..110 мкм, аутогезія вимірювана у кілограмах на 1 м ширини плівки, склала $2 \cdot 10^3$ кг/м. Коли чисельність шарів, що знімаються, досягло чотирьох, то товщина кожного шару, що знімається, знизилася до 90...100 мкм, а аутогезія до $1 \cdot 10^3$ кг/м.

Окрім механічного способу видалення різноманітних плівок може здійснюватися і «мокрим» шляхом з використанням водних розчинів і розчинників. Видалення відпрацьованих ізолюючих фарб здійснюють з використанням складу, що називається автозмивкою [4].

Список літератури: 1. Зимон А. Д. Адгезия пленок и покрытий. М.: Химия, 1977. Труды Методического совещания по обмену опытом ремонта на АЭС. М.: ЦНИИАтомминформ, 1988. 3. Поляков А.С., Мамаев Л.А., Галкин Г.А. и др. Особенности дезактивации после Чернобыльской катастрофы. М.: Всес. НИИ неорганич. материалов, 1991. 4. Зимон А. Д., Пикалов В.К. Дезактивация. М., Издат, 1994. – 336с. 5. Зимон А. Д., Иоффе С.М., Лярский И.В. // Заводская лаборатория. 1991. Т. 57, № 2, с. 40...43; № 4, с. 47...49. 6. Dyer A., Keiz D. // *Ziolites*. 1984. Vol. 4, № 3. P. 215...217.

Поступило в редколлегию 15.02.2012