

УДК624.074.4:666.3.135

МИКИТИН О.З.

Львівська комерційна академія

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ЛАКОФАРБОВИХ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ НА ДЕРЕВИНІ ДО ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ

У статті проаналізовано шляхи підвищення ефективності біозахисту розробленими композиціями деревних будівельних конструкційних матеріалів. Проведені дослідження з біостійкості довели, що розроблені покриття мають фунгіцидні властивості запобігають розвитку пліснявих грибів.

Ключові слова: деревні матеріали, біокорозія, композиції, захисні покриття, біозахист.

Мыкытын О.З. Исследование устойчивости лакокрасочных защитных покрытий на древесине к действию биологических факторов. В статье проанализированы пути повышения эффективности биозащиты разработанными композициями древесных строительных конструкционных материалов. Проведенные исследования по биостойкости доказали, что разработанные покрытия имеют фунгицидные свойства и препятствуют развитию плесневых грибов.

Ключевые слова: древесные материалы, биокоррозия, композиции, защитные покрытия, биозащита.

Mykytyn O.Z. Investigation of the paint coatings' stability for wood concerning the influence of biological factors. The article analyzes how to improve the efficiency of biosecurity developed by compositions of wood building construction materials. The research of the biological stability proved that the developed coatings have fungicidal features and prevent the development of moulds.

Keywords: wood products, biocorrosion, composition, surface coatings, biosecurity.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Деревні матеріали і конструкції знаходять широке застосування у будівництві й побуті, проте в умовах підвищеної вологості піддаються біокорозії і тому потребують ефективного захисту. Вимоги до сучасних будівельних конструкцій та виробів з деревини вимагають створення атмосферо-, біозахисних, надійних у жорстких умовах експлуатації, покриттів. Основними засобами захисту будівельних деревних конструкцій є нанесення на їх поверхні лакофарбових покриттів із високими показниками експлуатаційних властивостей.

Значний за обсягом сегмент хімічної промисловості припадає на лакофарбові матеріали, як засобів захисту від дії агресивних чинників. Ринок їх

постійно оновлюється, разом з тим поглиблюється структура асортименту захисних засобів для модифікування поверхні деревини за лакофарбовою технологією [1]. У більшості розвинутих країн світу потужним споживачем лакофарбової продукції промислового призначення для захисного оброблення деревини є будівнича галузь [2].

Руйнування біологічними агентами - мікроорганізмами зумовлено тим, що більшість покриттів є споживним середовищем для пліснявих грибів і бактерій. У помірних широтах на частку руйнування грибами припадає близько 90 % всіх біопошкоджень деревини.

На мікробіологічну пошкодженість впливають температура, вологість, рН середовища. Наповнювачі здебільшого покращують захисні функції покриттів, за рахунок зменшення гідрофільності плівок і спрямованій зміні рН (що характерно для неорганічних наповнювачів, які мають основний характер – ZnO). Разом з цим ZnO до того ж має токсичну дію на мікроорганізми і у складі композицій виконує фунгіцидну роль [3].

У реальних умовах експлуатації деревних матеріалів біологічні шкідники діють сумісно із атмосферними чинниками. Тому при вивченні механізму деструкції наповнених неорганічними компонентами карборансилоксанових покриттів необхідно враховувати можливість інтенсифікації корозійних процесів за рахунок їх взаємопідсилення. Однак, це ускладнює оцінювання вагомості вкладу руйнівних чинників, які визначають найбільший вплив та надійність прогнозування захисного ефекту. Тому дослідження стійкості покриттів до вказаних чинників під час випробувань дозволяє виключити сторонній вплив і кількісно оцінити вклад компонентів у процес руйнування матеріалу.

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми. Проблема надання біостійкості будівельним конструкційним деревним матеріалам та виробам з них, як у світі, так і в Україні на сьогоднішній день залишається актуальною і потребує наукових досліджень. Питання технологічності, екологічності та економічності сприяють спрямуванню спільних зусиль виробників та науковців будівельної галузі на розроблення та впровадження нових ефективних видів біозахисних покриттів, із формуванням асортименту з врахуванням потреб споживачів. У цьому напрямі значних успіхів за останні роки було досягнуто у галузі розроблення композицій, зокрема для біозахисту на основі силіційелементоорганічних сполук, наповнених силікатними і оксидними наповнювачами, які надають покриттям для деревини. Розроблення, застосування і розвиток систем запобігання біокорозії деревинних матеріалів стримується технічними та економічними аспектами. За наявності таких розробок можна

підвищити мікробіологічний захист [4, 5, 6]. Автори [7, 8] пропонують лакофарбові композиції та захисні покриття для деревини та інших матеріалів на основі силоксанів зі змішаними плівкоутворювачами. У роботах [9, 10, 11] були теоретично обґрунтовані застосування окремих компонентів для розроблення досліджуваних композицій.

Цілі статті. Мета даної роботи передбачає обґрунтування вибору та визначення ефективності біозахисту деревних конструкційних матеріалів розробленими композиціями.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Методом математичного планування експеримента були визначені оптимальні рецептури лакофарбових композицій для захисних покриттів із компонентним складом (мас.%): К-2104 – 30-40; Al_2O_3 – 50-60; ZnO – 10-20, які одержували їх сумісним диспергуванням у шарових млинах для забезпечення седиментаційної стійкості суспензії.

Дослідження біостійкості зразків деревини із нанесеними розробленими біовогнезахисними покриттями проводили згідно із вимогами ГОСТ 30548-97 шляхом визначення біологічної стійкості матеріалу до дії мікрофлори лісового ґрунту, ураженого культурами грибів роду *Ceratocystus*, *Sporodemia* та *Penicilian*.

Ступінь прогнозованої захисної дії складала M_{95} шляхом порівняльного контролю серії дослідних зразків вогнебіо захищеної покриттям деревини розміром $30 \times 30 \times 150$ мм із зразками необробленої деревини аналогічних розмірів. Тривалість досліджень, результати яких наведені у табл. 1, становила два календарних місяці.

Таблиця 1

Біостійкість зразків деревини із покриттями до дії мікрофлори лісового ґрунту (експозиція 60 днів)

Варіант складу покриття	Кількість зразків	Середня втрата маси зразків деревини, мас. %	
		сосна	дуб
Без покриття	5	39,8	31,7
допустима втрата маси зразків, не більше		2	1,6
1	15	1,47	1,29
2	15	1,53	1,37
3	15	1,67	1,42
4	15	1,23	0,95
5	15	1,39	1,09
6	15	1,12	0,91

Аналіз результатів табл. 1 показує, що максимальний рівень біоруйнування контрольних зразків без покриття дорівнює близько 40 та 32 % втрати маси відповідно для сосни і дуба. Тому, згідно із зазначеною методикою допустима втрата маси зразків, оброблених покриттями, повинна становити: для сосни $M_{95} = 40 \times 0,05 = 2,0 \%$ і для дуба $M_{95} = 32 \times 0,05 = 1,6\%$.

Проведеними дослідженнями встановлено, що показники втрати маси зразків обробленої покриттям деревини складають 1,12...1,67% для сосни та 0,91...1,42 % для дуба, які не перевищують допустимі. Отже, це доводить, що досліджувані матеріали покриттів є біостійкими.

Біостійкість захисних покриттів до дії пліснявих грибів змінюється неоднозначно. Зменшення маси зразків деревини та зниження показника гідрофобності є незначним внаслідок короткотривалої дії мікроорганізмів та високої корозійної стійкості покриття. Найменший показник втрати маси зразків оброблених покриттями вар. 6 і 4 (1,12 і 1,23 %) для сосни та (0,91 і 0,95 %) для дуба, а найбільший - 1,67 % та 1,42 % відповідно для сосни і дуба для покриття вар. 3, що пояснюється високим вмістом (40 %) карборансилоксанового плівкоутворювача. Отже покриття складу 4 і 6 є найбільш грибостійкими за рахунок високої фунгіцидної дії іонів Al^{3+} і Zn^{2+} та вмісту в них базальтового волокна.

Зміна гідрофобності захисних покриттів після випробувань впродовж 2-х місяців подана у табл. 2.

Зміна крайового кута змочування оброблених покриттями зразків деревини після корозійної дії пліснявих грибів носить несимбатний характер.

Таблиця 2

Зміна гідрофобності захисних покриттів після 2-х місяців дії пліснявих грибів

Варіант складу покриття	Крайовий кут змочування, градуси	
	сосна	дуб
1	97/81	98/84
2	98/85	101/89
3	102/81	105/83
4	102/93	107/99
5	99/87	100/91
6	97/89	98/84

*Примітка**: Для крайових кутів змочування у чисельнику наведено вихідні дані, у знаменнику – після випробувань.

Зменшення значення крайового кута змочування на 18...21 градус для сосни та на 8...22 градуси для дуба спостерігається для всіх варіантів покриттів, що визначається їх складом. Продукти метаболізму пліснявих грибів на деревині представлені органічними кислотами, а саме бензойною, каприловою і паларгоною. Утворення кислих продуктів метаболізму підтверджується незначним зменшенням рН середовища.

Із наведених даних видно, що найбільш стійкими до біологічно активних середовищ є покриття із значним вмістом Al_2O_3 і ZnO . Це свідчить про наявність у них фунгіцидних властивостей, які проявляються у здатності зв'язувати продукти життєдіяльності пліснявих грибів. Вказані захисні покриття характеризуються мінімальним зниженням гідрофобності після випробувань впродовж 2-х місяців в агресивному середовищі. Показники крайових кутів змочування для дуба становлять 84...99 градусів порівняно з показником 98...107 градусів у вихідних матеріалах [198-201].

Руйнування поверхневих шарів покриттів підтверджено даними електронномікроскопічного аналізу. Дія мікроорганізмів впродовж 2-х місяців на поверхні покриття спричиняє появу частково зруйнованих ділянок із підвищеною шорсткістю. У місцях поверхневого руйнування розривів та пор не спостерігалось, але були помітні незначні (до 0,4...0,8 мкм) колонії продуктів метаболізму.

При збільшенні тривалості дії мікроорганізмів до 1 року на поверхні покриття з'являються зруйновані ділянки із підвищеним значенням шорсткості та пористості.

У місцях руйнування спостерігаються пори, а також значне накопичення продуктів метаболізму розмірами 1...10 мкм.

Отже інгібування росту пліснявих грибів захисними покриттями проходить у декілька стадій. На першій стадії росту мікроорганізмів перешкоджає високе значення гідрофобності покриттів, що сприяє стіканню води та створює несприйнятливі умови для їх розвитку. Але під час експлуатації під дією зовнішнього середовища проходить окиснення вуглеводневих радикалів, які забезпечують водовідштовхувальні властивості, що веде до зменшення значення гідрофобності. При цьому починає проявлятися інгібіторна дія іонів Al^{3+} та Zn^{2+} та нижнього шару покриття.

Для проведення досліджень стійкості розроблених лакофарбових покриттів на деревині до дії пліснявих грибів, зокрема видів *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. *Fusarium* spp. за інтенсивністю їх розвитку зразки оброблялися водною суспензією спор згідно із ГОСТом 9.048-89. Контрольні зразки

витримували в тих же умовах, але без оброблення суспензією спор. Дослідження на грибостійкість покриттів проводилися в умовах відсутності додаткового поживного середовища та при його наявності відповідно до вимог ГОСТу 9.050-75. Також визначалась наявність у лакофарбовому покритті фунгіцидних властивостей за ступенем руйнування поверхні.

Стійкість розроблених покриттів до дії пліснявих грибів та наявність фунгіцидних властивостей визначали за стандартними критеріями (табл. 3).

Таблиця 3

Критерії та характеристика оцінювання фунгіцидних властивостей лакофарбового покриття та стійкості до дії грибів (Aspergillus spp., Penicillium spp., Fusarium spp)

Оцінка грибостійкості покриття за інтенсивністю розвитку грибів за 6-ти бальною шкалою (ГОСТ 9.048-89)		Оцінка ступеню руйнування поверхні покриття за 5-ти бальною шкалою ГОСТ 9.050-75 (у середовищі із додатковим поживним джерелом)	
Бал	Характеристика бала	Бал	Характеристика бала за оцінюванням зовнішнього виду покриття
0	Під мікроскопом проростання спор і конідій не виявлено	1	Незначна зміна кольору, підплівкова корозія відсутня

Висновки та перспективи подальших досліджень. Доведено, що корозія лакофарбового покриття пліснявими грибами лісового ґрунту проходить переважно на поверхні і полягає в окисненні вуглеводневих радикалів і як наслідок зменшення гідрофобності. Встановлено, що розроблені лакофарбові композиції мають фунгіцидні властивості, запобігають розвитку пліснявих грибів, зокрема родів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, що доводить можливість їх застосування як захисні покриття для конструкційних матеріалів і виробів з деревини, що піддаються біокорозії за експлуатації в умовах підвищеної вологості.

Подальші наукові дослідження у цьому напрямі, на наш погляд, повинні бути спрямовані на визначення тривалості біозахисного ефекту.

Література:

1. Лойко Д.П. Ринок лакофарбових матеріалів / Д.П. Лойко, О.В. Піріков // Донецьк: ДонНУЕТ, 2010. – Т.2 – С. 229-262.
2. Черняк Л.В. Споживчі переваги лакофарбових матеріалів на ринку України / Черняк Л.В., Мазур Я.А. // Сучасні проблеми товарознавства: Збірник наукових праць. – К.: КНТЕУ, 2001. – С. 163-168.
3. Яковлев А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий : Учебник для вузов 3 –е изд. перераб. / А.Д. Яковлев. – СПб.: Химиздат, 2008 – 448 с.
4. Ломакин А. Д. Защита древесины и древесных материалов / А. Д. Ломакин // М.: Лесн. пр.-сть, 1990. – 256 с.
5. Озарків І. М. Біопошкодження будівельних матеріалів та конструкцій / І. М. Озарків, З. П. Копинець // Деревообробник, 2004. – № 24 (114). – С. 6-7
6. Пащенко А. А. Кремнийорганические покрытия для защиты от биокоррозии / А. А. Пащенко, В. А. Свидерский. – К. : Техника, 1988. – 136 с.
7. Єфременкова Н. А. Підвищення захисних властивостей епоксидних лакофарбових матеріалів / Єфременкова Н. А. // Вісник ЛДТУ. – 2006. – № 3(10). – С. 177-183.
8. Мережко Н. В. Властивості та структура наповнених кремнійорганічних покриттів : Монографія / Н. В. Мережко. – К. : Київ. держ. торг.-екон. ун-т, 2000. – 257 с.
9. Микитин О. З. Напрями підвищення довговічності будівельних конструкцій з деревинних матеріалів / О. З. Микитин // Вісник ЛКА. – Львів : Вид-во ЛКА: зб. наук. праць, 2009. – Вип. 10. – С. 65-68. (Серія товарознавча).
10. Пат. на корисну модель № 51650 України, МПК (2010) С09К 21/00 D06 М 16/00. Композиція для вогнебіозахисту целюлозовмісних матеріалів / І. В. Ємченко, О. І. Мартинюк, О. З. Микитин (Україна); Луцький нац. технічн. ун-т. – заявл. 29.01.2010 ; опубл. 26.07.2010, Бюл. № 14 – 4 с.
11. Ємченко І. В. Захисні покриття для целюлозовмісних матеріалів / І. В. Ємченко, О. З. Микитин, О. І. Мартинюк // Проблеми якості вітчизняних товарів: збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції 2009 р., м. Луцьк. – С. 96-99.