

Методи, які засновані на «енергії прискорення» базуються на функції Гіббса:

$$C_m = \frac{1}{2} \sum m_i (w_{11}^2 + w_{12}^2 + w_{13}^2) \quad (5)$$

де: m_i – маса i -го ланцюга; $[w_{11}, w_{12}, w_{13}]$ – вектор прискорення i -го ланцюга.

Рівняння Гіббса-Аппеля визначає закон руху системи $\frac{\partial C_m}{\partial g_i} = Q_i$. Всі

вказані методи широко використовують на практиці, але найбільш частіше для опису динаміки складних механічних систем використовують рівняння Лангранжа II ряду. Системи функціонування, які об'єднують в собі дискретні і безперервні аспекти, відносяться до класу **гібридних**. Найбільш розширеним методом моделювання гібридних систем є метод, який заснований на використанні **карт стану** (statecharts). Карти стану є орієнтованим графіком, вершина якого відображає стан системи, тобто перехід з одного стану в інший. Також існує модифікація карт стану, у вершині яких описується безперервна поведінка, тобто яка знаходиться в певному стані, система функціонує за певним безперервним законом (B – charts).

Характер функціонування ГВС в деревообробному виробництві, як і в машинобудуванні носить гібридний характер (дискретно-безперервний), тобто мають місце як дискретні процеси, так і безперервні. Підхід до моделювання ГВС характеризується тим, що він представлений у вигляді дискретної системи з ймовірнісним або детермінованим терміном настання явищ.

Література

1. **Бусленко В.Н.** Автоматизация имитационного моделирования сложных систем. – М.: Наука, 1977. – 240 с.
2. **Дьяконов В.П.** Компьютерная математика. Теория и практика. – М.: «Нолидж», 2000. – 1296 с.
3. **Мелинов А.В., Понамаренко Л.А., Рюмшин П.А.** Математические модели многопоточковых систем обслуживания. – К.: Техника, 1991. – 265 с.
4. **Петерсон Дж.** Теория сетей Петри и моделирования систем. – М.: Мир, 1984. – 264 с.
5. **Томашевський В.М.** Імітаційне моделювання систем і процесів. Навч. посібн. – К.: ІСДО, 1994. – 124 с.
6. **Дудюк Д.Л., Загвойська Л.Д., Максимів В.М., Сорока Л.Я.** Елементи теорії автоматичних ліній. – Київ-Львів, ІЗМН, 1998. – 192 с.

УДК 68.1:658.2

Доц. Л.А. Яремчук, канд. техн. наук - НЛТУ України

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Сучасні методи створення захисно-декоративних покриттів – це якісні стійкі і довговічні плівки і екологічні матеріали та технології. Важливим аспектом при використанні лакофарбових матеріалів є методи дослідження екологічної безпеки

Doc. L.A.Yaremchuk – NUFWT of Ukraine

Methods of control ecological safety of finishing materials

Modern methods of creation of protective-decorative coverages are high-quality, proof, lasting tapes, ecological materials and technologies. An important aspect at the use of finishing materials are methods research of ecological safety.

Актуальність роботи. Сучасне уявлення про лакофарбові покриття – це не тільки високоякісні плівки з певними декоративними та експлуатаційними властивостями, але і матеріали, які забезпечують екологічні показники.

Сучасні лакофарбові матеріали (ЛФМ) – це складні багатокомпонентні системи, більшість з яких містять ряд обов’язкових компонентів, що викликають негативний вплив на довкілля. Це – органічні розчинники, вміст яких 50 і більше відсотків, а також іншого роду модифікатори (барвники, каталізатори, отверджувачі), що відносяться до групи екологічно-небезпечних. Вивчення стандартів та технічних умов на ЛФМ свідчить про те, що найбільш активним компонентом щодо негативного впливу на довкілля є розчинники (ЛОС – леткі органічні сполуки). Дослідження показали, що в складі найбільш типового ЛФМ, найбільшу небезпеку на організм людини мають ЛОС, які виділяються в атмосферу при нанесенні і сушінні покриття. Внаслідок чого утворюються важкі метали і з’єднання, які можуть суттєво забруднювати довкілля.

Згідно існуючих нормативів, концентрація ЛОС у повітрі при нанесенні та сушінні ЛФМ повинна знаходитись в межах ГДК (гранично допустимої концентрації) на даний розчинник, а при експлуатації покриттів, міграція залишкових розчинників не повинна перевищувати 0,07 моль/дм³. Але, на практиці, при використанні ЛФМ викиди ЛОС в повітря не відповідають вимогам стандартів з екології. Таким чином, актуальною є проблема розроблення заходів та нових методик контролю безпеки при роботі з ЛФМ.

Об’єкт досліджень.

ЛФМ для опорядження деревини та деревних матеріалів.

Методика досліджень.

Найбільш сучасним методом визначення ЛОС у довкіллі є метод газової хроматографії. При дослідженні ряду ЛФМ, які найбільше використовуються для опорядження деревини, а також довідкових та статистичних даних на стадії нанесення та сушіння, були вибрані наступні показники безпеки:

- вміст ЛОС у повітрі при нанесенні та сушінні;
- вміст ЛОС у повітрі при експлуатації покриттів;
- вміст важких металів в ЛФМ.

Крім того, запропоновано ввести додаткові показники безпеки ЛФМ:

- відносний показник безпеки ЛФМ, який можна визначити за формулою:

$$T_1 = C_1 / \text{ГДК}, \quad (1)$$

де C_1 - істинний показник концентрації ЛОС;

- сумарний відносний показник матеріалу, який представляє собою суму відносних показників;
- період безпеки – це час, на протязі якого діє підвищена концентрація ЛОС,

$$T_{\Sigma}^{\text{едк}} = n, \quad (2)$$

За основу дослідження були вибрані ЛФМ, які найбільше використовуються при опорядженні деревини (табл. 1).

Табл. 1. Характеристика методів нанесення ЛФМ

ЛФМ	Тип плівкоутворювача	Галузь застосування	Метод нанесення
НЦ-2192	Нітроцелюлоза	Опорядження виробів з деревини всередині приміщення	Розпилення, налив
НЦ-218	Нітроцелюлоза	Опорядження виробів з деревини всередині приміщення	Розпилення, налив, занурення
ПЕ-246	Поліефірна смола	Високоглянцеві покриття деревини	Налив
УР-231	Поліуретан	Паркетний лак	Налив
ПЕ-232	Поліефірна смола	Опорядження деревини всередині приміщення	Розпилення, пензель
ХВ-16	Перхлорвінілова та гліфталева смоли	Фарбування металевих, дерев'яних поверхонь	Розпилення
ВД-АК-192	Поліакрилова дисперсія	Фарбування стелі, ґрунтування деревини	Розпилення, пензель, валок

Зразки матеріалів спочатку наносились на підкладку, потім їх розмішували у спеціальному пристрої, де збирались виділені пари розчинників, а далі покриття затверджували згідно технологічних режимів. Установка для дослідження ЛОС складається із скляної колби з герметичною накривкою, в якій є кран приєднаний за допомогою гумових шлангів до газового хроматографа.

Результати експериментальних досліджень.

Дослідження показали, що більшість ЛОС, які виділились, відносяться до групи сильних подразників, що викликають алергічні реакції, отруєння і спазми неврологічного походження (кетони, спирти, ефіри). Однак, ряд матеріалів мають високо шкідливі канцерогени (стирол, хлорбензол, етилбензол), які негативно впливають на органи кровотворення та склад крові в організмі людини. Результати кількісного аналізу свідчать про перевищення ГДК для деяких ЛФМ у десятки разів (дані аналізу занесені у табл. 2).

Табл. 2. Концентрація ЛОС у повітрі під час нанесення та сушіння ЛФМ

ЛФМ	Концентрація ЛОС у повітрі, мг/м ² , pHb нанесення та сушіння ЛФМ						ГДК мг/м ³
	Емаль ЕП-1294	Лак ПЕ-246	Емаль	Емаль	Лак		
			НЦ-2192	ЕП-525	НЦ-218	УР-231	
Ацетон	141,7	-	19,1	101,1	164,5	-	200
Метилацетат	-	-	44,35	-	-	-	100
Метил етилкетон	-	-	-	81,0	-	-	200
Етилацетат	-	-	164,0	-	262,4	-	50
Бутилацетат	351,9	209,1	542,3	285,7	281,5	209,1	50
Спирт	-	-	89,8	-	312,4	-	1000
етилловий	-	-	-	-	115,2	-	10
ізобутиловий	-	-	806,8	-	-	-	10
о-Ксилол	829,8	-	71,3	154,0	73,4	511,3	50
м-Ксилол	-	-	-	190,2	439,7	860,2	50
Толуол	1380	74,7	1038,3	7,5	293,8	-	50
Етилбензол	-	-	-	7,7	163,1	291,9	50
Хлорбензол	36,4	-	-	-	-	-	50
Етилцелозоль	1012	-	-	-	266,4	-	10
Стирол	-	4,15	-	-	-	-	10
(Т _{експ} = 25 °С, насиченість = 0,1 м ² /м ³ , t _{експ} = 20 хв, повітрообмін = 0)							

Вивчення динаміки випаровування ЛОС в процесі твердіння ЛФМ дозволило визначити час досягнення рівноваги між фазою парів і зразком в процесі газовиділення, тобто час експозиції матеріалу для визначення концентрації ЛОС в повітрі і розрахунку $T_{\text{сум}}$. Експериментально було підтверджено, що цей час пропорціональний площі опоряджувальної поверхні і товщині покриття та суттєво не відрізняється для різних матеріалів. Наступна витримка покриття в камері протягом терміну, необхідного для затвердіння, згідно технологічних режимів також не впливає на концентрацію ЛОС в камері.

Але, особливо при форсованому нагріванні (температурний режим) в покриттях виявлено значну кількість залишкових ЛОС, що свідчить про те, що покриття на протязі тривалого часу (інколи 30 діб) є джерелом виділення шкідливих речовин. При оцінці безпеки ЛФМ важливо враховувати можливість повітряного обміну в закритих приміщеннях, де проводяться опоряджувальні роботи або експлуатація покриттів. Виділення ЛОС із покриттів в процесі твердіння та експлуатації зображено на рис. 1.

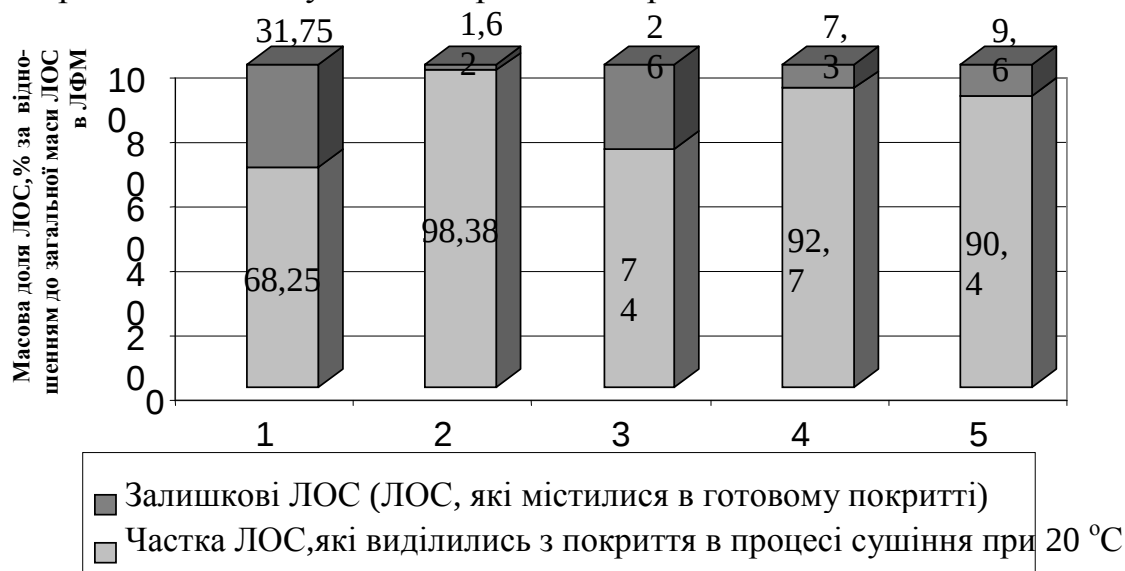


Рис. 1. Відношення між ЛОС, які виділилися з покриття в процесі затвердіння при 20 °C, і залишковими ЛОС

За нормативами Стандартів Міністерства охорони здоров'я кратність повітряного обміну в житлових і громадських приміщеннях без примусової вентиляції складає 0,5...1,0 об'єм/год, а в приміщеннях з примусовою вентиляцією – до 5 об'єму/год. Залежність концентрації ЛОС від повітряного обміну для різних ЛФМ дозволяє відмітити, що при повітряному обміні 0,5...1,0 об'єм/год, концентрація ЛОС в приміщенні практично не змінюється. Зменшення концентрації ЛОС в 2 рази для різних ЛФМ можливо при повітряному обміні 4...10 об'єм/год. Після сушіння у відповідності до технічних умов (процес сушіння відбувається згідно рекомендації технологічних режимів) для різних видів ЛФМ, висушене покриття у деяких випадках продовжує виділяти залишкові ЛОС у кількостях, які перевищують ГДК. Було встановлено, що на кількість виділення залишкових ЛОС із покриття суттєво впливає температурний режим сушіння. Підтверджено, що підвищення температури сушіння суттєво знижує безпеку покриттів при експлуатації.

На основі отриманих результатів створена класифікація найбільш вживаних у деревооброблювальній галузі ЛФМ за ступенню небезпеки. Згідно даних, наведених на рис. 2, за показником безпеки ЛОС у повітрі при твердінні і експлуатації покриттів, значна частина ЛФМ віднесена до категорії небезпечних. Для експлуатації даних ЛФМ необхідно знижувати значення відносного сумарного показника небезпеки $T_{\text{сум}}$, підвищувати повітряний обмін, а також змінювати умови режимів сушіння конкретно до кожного матеріалу.

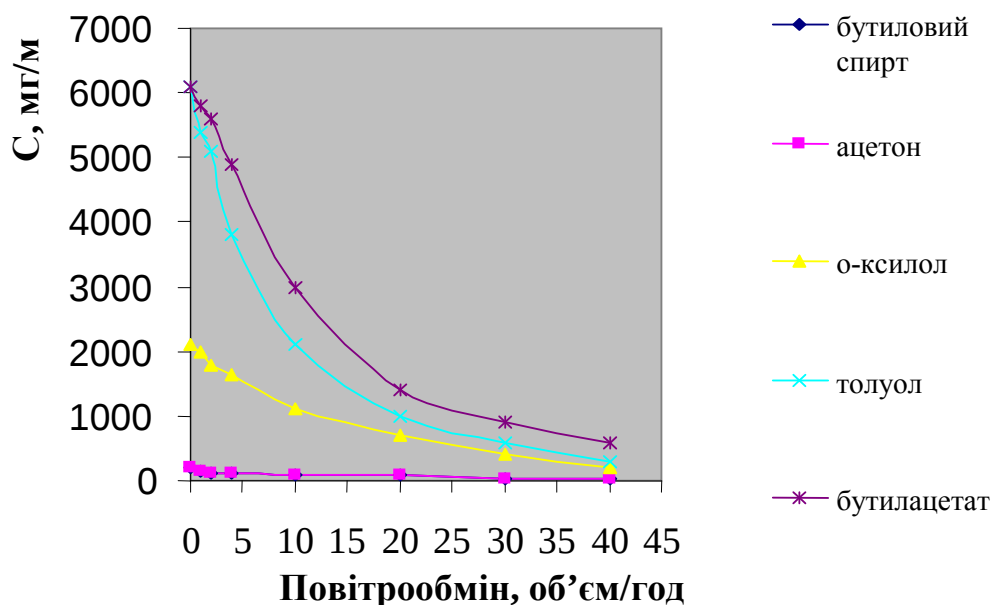


Рис. 2. Вплив повітрообміну на концентрацію розчинників в повітрі C при затвердінні емалі НЦ-243 (насиченість $0,5 \text{ м}^2/\text{м}^3$)

Висновки. Із одержаних експериментальних досліджень слід відзначити, що практично всі органічно розчинні матеріали відносяться до групи небезпечних і вимагають дотримання режимів нанесення, сушіння і експлуатації згідно МУК (Міжнародний контроль за полімерними матеріалами). Для меблевих виробів та покриттів підлоги, які експлуатуються в житлових приміщеннях (особливо дитячих та спальних кімнатах) необхідно застосовувати ЛФМ з мінімальним вмістом розчинника або водорозчинні ЛФМ, а також олії та воски. В умовах життя в ХХІ ст. особливістю використання опоряджувальних матеріалів та технологій створення захисно-декоративних покриттів має стати матеріал, що забезпечує позитивний вплив на дозвілля або не порушує його. Важливим, в цьому контексті, є підбір необхідного матеріалу для опорядження деревини та відповідного технологічного процесу, який зменшить шкідливий вплив на навколишнє середовище і забезпечить необхідні якісні показники покриття для продукції виробника.

Література

1. Карпов Ю.А., Миронова И.В., Петрук Е.А. Новый подход к оценке экологической безопасности лакокрасочной продукции. ЛКМ и их применение. - 2003, вып. 11. - С. 3-10.
2. Другов Ю.С. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды и почвы. СПб.: Теза, 1999. - 623 с.
3. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. - К.: Знання, 2000. - 203 с.