

Цапко Ю.В.



Гузій С.Г.

Цапко Ю.В., старший науковий співробітник, кандидат технічних наук, Гузій С.Г., старший науковий співробітник, кандидат технічних наук*, Київський науково-дослідний інститут судових експертиз МЮ України, Науково-дослідний інститут судових експертиз МЮ України, Національного університету будівництва і архітектури

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДИФІКУВАНОЇ ДЕРЕВИНИ

Деревина потребує комплексного захисту, а тому її слід берегти одночасно від вогню, води, біологічних агресорів і інших небезпек, так як їх спільний вплив призводить до більш неприємних наслідків, ніж по чергове. Так «об'єднані зусилля» сонячних променів та води призводять до руйнування структури деревини і перетворюють її в живильне середовище для дереворуйнівних грибів.

На основі комплексного захисту деревини від загоряння і біологічного руйнування постає задача провести дослідження зміни поверхневих енергетичних характеристик деревини при модифікації сумішами неорганічних і органічних речовин.

Ефективність нанесення просочувальних складів, антипіренів, антисептиків і гідрофобізаторів, їх розтікання і прилипання до різних поверхонь обумовлена вільною енергією поверхні, в аспекті полярної і дисперсної частин обох компонентів (модифікатора і поверхні деревини). Для оцінки поверхневої енергії деревини та модифікаторів використовували метод Фоукса [1, 2], який дозволяє врахувати дисперсійні, водневі та диполь-дипольні взаємодії на міжфазній границі «тверде тіло – рідина». Спочатку була визначена вільна енергія поверхні (ВЕР) дерев'яних зразків без просочення і з просоченням. Виміри проводилися за методом лежачої краплі, в якості рідин, які тестуються, використовували воду і етиленгліколь. При виборі рідин враховувалася можливість адсорбції рідини після формування краплі: 98% початкового об'єму краплі повинні бути видними в ході дослідження. На кожному зразку було сформовано 10 крапель. За даними крайових кутів була розрахована ВЕР за методом Фоукса. Результати визначення крайового кута змочування тестовими рідинами і визначення відповідних компонентів вільної енергії поверхні деревини сосни наведено у таблиці 1.

Процес просочення деревини залежить від поверхневих властивостей, таких, як поверхнєве і міжфазний натяг, вільна енергія поверхні, адгезія. Ефективність нанесення просочувальних складів, антипіренів, антисептиків і гідрофобізаторів, їх розтікання і прилипання до різних поверхонь обумовлена вільною енергією поверхні, в аспекті полярної і дисперсної частин обох компонентів (модифікатора і поверхні деревини).

Однак для визначення ефективного модифікування по відношенню їх нанесення на тверду поверхню необхідно знати ВЕР (на основі двохкомпонентних моделі Фоукса) і адгезійні властивості модифікатора.

Для того щоб оцінити, на скільки міцні зв'язки між модифікаторами і антипіреном та антисептиком, необхідно також визначити поверхнєву і міжфазну енергію системи при обробленні деревини. Результати визначення крайового кута змочування модифікаторами і визначення відповідних компонентів вільної енергії поверхні деревини сосни наведено на рисунку 1.

Як показало дослідження, вільна енергія і полярність деревини зменшуються при збільшенні вмісту активної речовини в ній (просоченні).

Розглядаючи захист деревини від вологості на тривалий період, слід врахувати два параметри: крайовий кут змочування

по поверхні водою і міжфазний натяг між покриттям і модифікованою деревиною. Чим більше крайовий кут, тим краще проявляються водовідштовхуючі властивості. Останні дослідження міжфазної взаємодії «вода – дерево» і дерево – покриття показали тенденцію до заміщення фаз, тобто до розриву зв'язків «дерево – покриття» під дією вологи, що вигідно з точки зору термодинаміки.

Полісилоксани широко застосовуються при виготовленні покриттів для різних поверхонь [3], зокрема, на їх основі виробляються різні лакофарбові матеріали (фарби, просочення, шпаклівки і т.п.). Молекула полісилоксана складається з $-SiO-$ скелета і різних органічних радикалів; деякі метильні радикали заміщені складними органічними групами, наприклад ефірами. Такі з'єднання особливо цінні, завдяки високій термічній стабільності. Силоксани володіють найменшим поверхневим натягом з усіх відомих робочих рідин. У результаті обробки поверхні полісилоксановим розчином поліпшується її термічна стабільність і адгезія, водо- і брудовідштовхуючі властивості за рахунок зменшення поверхневого натягу плівок. Збільшення стабільності поверхні може бути оцінений за допомогою вимірювання крайового кута змочування і поверхневого натягу. Вплив функціональних груп на термічну стійкість було розглянуто на прикладі двох сілоксанов: $[C_2H_5SiHO]_n$ – поліетилгідридсілоксан $[(CH_3)_2SiO]_n$ – полідиметилсілоксан у 5% робочого розчину у гексані.

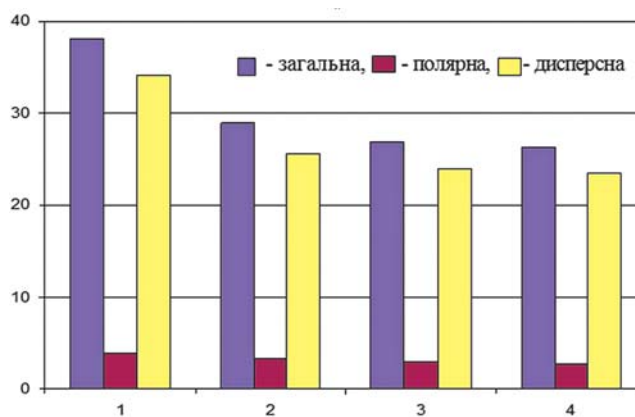


Рис. 1. Компоненти вільної енергії поверхні модифікованої деревини антипіреном та антисептиком:

1 – полігексаметиленгуанідин фосфат, 2 – полігексаметиленгуанідин гідрохлорид + алкілдиметилбензиламоній хлорид, 3 – полігексаметиленгуанідин фосфат карбаміду, 4 – полігексаметиленгуанідин поліфосфат амонію

Були виміряні ВЕП і полярні компоненти для їх розчинів у гексані. Для цього покривали скляну пластину їх розчинами і вимірювали контактний кут. За даними вимірювання на основі моделі Фоукса провели розрахунки ВЕП (табл. 2).

У результаті зіставлення даних таблиці можна зробити висновок, що поліетилгідридсілоксан буде краще взаємодіяти з деревом, що містить більш високу концентрацію активного компонента, і навпаки, полідиметилсілоксан буде краще наноситися на дерево з мінімальною кількістю просочення, а тому згідно рівнянню Фоукса – Дюпре [4] термодинамічна робота адгезії (табл. 3) повинна бути вища. Як видно з табл. 3 найбільшою роботою адгезії до деревини володіє поліетилгідридсілоксан, однак і полідиметилсілоксан показав значні адгезійні властивості до деревини обробленої антипіренами та антисептиками.

Морфологічними дослідженнями підтверджено, що модифікована деревина є композиційним матеріалом. На рис. 2 зображено поверхневий шар модифікованої деревини антипіреном і антисептиком.

Як видно з рис. 2 плівка полімерного антисептика поверхнево закупорює пори та трахеї у модифікованій антипіренами деревині.

Таким чином, збільшення активного компонента (просочення) призводить до зниження ВЕП і полярності поверхні деревини. У результаті комплексного підходу до поверхневим властивостям (вивченню змочуваності, полярності, міжфазного натягу) можна підібрати стабільні покриття для деревини різної якості.

Враховуючи отримані дані, подальші роботи будуть направлені на вивчення ВЕП вогнезахисних покриттів на основі геоцементів [5], які відрізняються від існуючих, отриманих на основі рідинного скла, наприклад, «Силікат-0» (Росія) високими показниками адгезійної міцності до дерев'яного підкладу – від 1,58 до 2,72 МПа [6] та довговічністю до 15 років [7, 8].

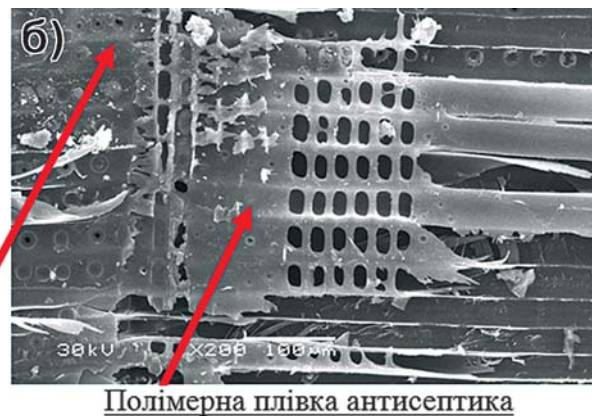
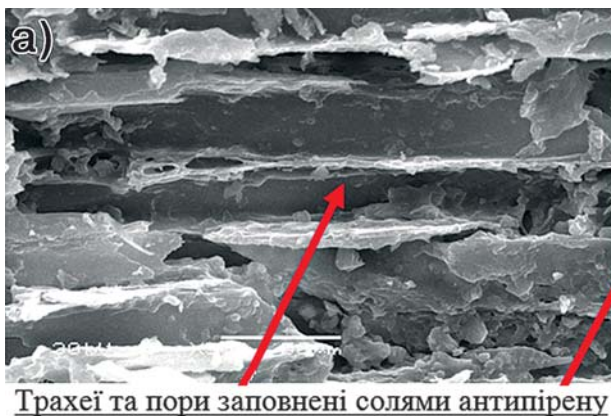


Рис. 2. Поверхня модифікованої деревини:

а – сумішами сульфату та фосфату амонію, б – сумішами сульфату та фосфату амонію і антисептиком

Таблиця 1.

Крайовий кут змочування та компоненти вільної енергії поверхні деревини

Дере- вина	Крайовий кут		Вільна енергія поверхні			Поляр- ність, %
	вода	етиле- н- глицоль	за- гальна	по- лярна	дис- персна	
сосна	73,2	42,4	49,6	8,2	41,4	16,5

Таблиця 2.

Компоненти вільної енергії гідрофобізаторів

Характеристики ВЕП:	$[C_2H_5SiHO]_n$	$[(CH_3)SiO]_n$
контактний кут по воді, °	87,1	81,0
контактний кут по діюдометану, °	44,6	62,0
полярна складова, мДж/м ²	1,04	2,07
дисперсна складова, мДж/м ²	37,23	27,42
загальна ВЕП, мДж/м ²	38,27	32,39
полярність поверхні, %	2,72	15,34

Таблиця 3.

Компоненти вільної енергії поверхні модифікованої деревини

Деревина сосни модифікована сумішшю сульфатів і фосфатів амонію та антисептиком	Термодинамічна робота адгезії, мДж/м ²	
	$[C_2H_5SiHO]_n$	$[(CH_3)SiO]_n$
Полігексаметиленгуанідин фосфат	62,69	55,04
Полігексаметиленгуанідин гідрохлорид + алкілдиме- тилбензиламоній хлорид	63,41	55,66
Полігексаметиленгуанідин фосфат карбаміду	76,67	67,11
Полігексаметиленгуанідин поліфосфат амонію	85,11	74,44

Література:

1. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности / В.И. Ролдугин. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2008. – 508 с. ISBN: 978-5-91559-008-2.
2. Кузнецов В.Д. Поверхностная энергия твердых тел / В.Д. Кузнецов. – М.: Гостехиздат, 1954. – 226 с.
3. Алентьев А.А. Кремнийорганические гидрофобизаторы / [А.А. Алентьев, И.И. Клетчиков, А.А. Пашенко]. – К.: Гос. изд. техн. лит-ры УССР, 1962. – 109 с.
4. Кинлок Э. Адгезия и адгезивы. Наука и технология: пер. с англ. М.: Мир, 1991. – 484 с.
5. P. Krivenko, S. Guzii, A. Kravchenko. Protection of Timber from Combustion and Burning Using Alkaline Aluminosilicate-Based Coatings / Advanced Materials Research Vol. 688 (2013) pp, стр. 3-9.

6. Гузий С.Г. Исследование адгезионной прочности огнезащитных геоцементных покрытий по древесине / С.Г. Гузий // Материалы Междунар. научно-техн. конф. «Современные проблемы строительных материалов, конструкций, механики грунтов и сложных реологических систем», 19-20 апреля, 2013, Самарканд, РУз. – Кн. 1. «Современные проблемы строительных материалов и конструкций». – Самарканд: СГАСИ, 2013, стр. 47-50.

7. Гузий С.Г. Способность к вспучиванию огнезащитных геоцементных покрытий после искусственного старения / С.Г. Гузий // «СтройПрофиль» – №2(80). – 2010, стр. 108-110.

8. Гузий С.Г. Способность к вспучиванию огнезащитных геоцементных покрытий после искусственного старения / С.Г. Гузий // «СтройПрофиль» – №3(81). – 2010, стр. 114-117.