

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДИФІКОВАНОЇ ДЕРЕВИНИ

Цапко Ю.В., к.т.н., с.н.с.

*Київський національний університет будівництва і архітектури,
Україна*

Одним з важливих завдань при використанні об'єктів, виконаних з деревини і деревних матеріалів, є підвищення терміну їх служби.

Деревина як будівельний матеріал відрізняється високими механічними і теплотехнічними властивостями, а низька щільність, транспортованість, декоративність обумовлює економічну доцільність широкого її застосування в будівництві. Поряд з цим деревина має ряд недоліків, пов'язаних із впливом біологічних агентів та розкладу під дією високої температури, а тому потребує захисту поверхні, ефективним способом якого є модифікування поверхні антисептиками та антипіренами.

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 (ВЕП) дерев'яних зразків. Виміри проводилися за методом лежачої краплі, в якості тестуючих рідин використовували воду і етиленгліколь. При виборі рідин враховувалася можливість адсорбції рідини після формування краплі: 98% початкового об'єму краплі повинні були бути видимими в ході дослідження. На кожному зразку було сформовано 10 крапель. За даними крайових кутів була розрахована ВЕП за методом Фоукса. Результати визначення крайового кута змочування тестовими рідинами і визначення відповідних компонентів вільної енергії поверхні деревини наведено у табл. 1.

Процес просоченням деревини залежить від поверхневих властивостей, таких, як поверхневий і міжфазний натяг, вільна енергія поверхні, адгезія. Однак для визначення ефективного модифікування по відно-

шенню їх нанесення на тверду поверхню необхідно знати ВЕП і адгезійні властивості модифікатора.

Таблиця 1. Крайовий кут змочування та компоненти вільної енергії поверхні деревини

Дере- вина	Крайовий кут		Вільна енергія поверхні			Поляр- ність, %
	вода	етилен- гликоль	загаль- на	поляр- на	диспер- сна	
сосна	73,2	42,4	49,6	8,2	41,4	16,5
береза	68,6	41,8	55,4	33,3	22,1	60,1

Для антипірену на основі сумішей сульфатів і фосфатів амонію та антисептиків за допомогою контактного кута і метода Фоукса розраховані полярні і дисперсні компоненти (табл. 2).

Таблиця 2. Крайовий кут змочування та компоненти вільної енергії антипірену та антисептиків

Водний розчин	Крайовий кут змо- чування тефлона, θ , °	Вільна енергія, мДж/м ²			Поляр- ність, %
		загаль- на	поляр- на	дисперс- на	
антипірен					
Фосфати і су- льфати амонію	29,0	52,4	47,8	4,6	8,7
антисептик					
Полігексамети- ленгуанідин фосфат	67,4	34,6	3,6	31,0	10,4
Полігексамети- ленгуанідин гідрохлорид + алкілдиметил- бензиламоній хлорид	66,8	33,2	3,1	30,1	9,3
Полігексамети- ленгуанідин фосфат карба- міду	71,8	35,7	6,4	29,3	17,9
Полігексамети- ленгуанідин поліфосфат амонію	72,2	36,2	6,3	29,9	17,4

Для того щоб оцінити, на скільки міцні зв'язки між модифікаторами і антипірованою деревиною, необхідно також визначити поверхневу і міжфазну енергію системи за методом Фоукса. Результати визначення крайового кута змочування модифікаторами і визначення відповідних компонентів вільної енергії поверхні деревини сосни та берези наведено у табл. 3.

Таблиця 3. Компоненти вільної енергії поверхні модифікованої деревини

Матеріал модифікований антипіренами	Крайовий кут змочування θ , °	Вільна енергія поверхні, мДж/м ²			Полярність, %
		загальна	полярна	дисперсна	
Полігексаметиленгуанідин фосфат					
сосна	26,4	26,20	2,84	23,36	10,8
береза	26,2	23,33	2,77	20,56	11,9
Полігексаметиленгуанідин гідрохлорид + алкілдиметилбензиламоній хлорид					
сосна	26,3	26,82	2,92	23,90	10,9
береза	26,4	25,44	2,88	22,56	11,3
Полігексаметиленгуанідин фосфат карбаміду					
сосна	27,7	38,91	3,31	35,60	8,5
береза	27,6	37,18	3,22	33,96	8,7
Полігексаметиленгуанідин поліфосфат амонію					
сосна	27,8	48,09	3,94	44,15	8,1
береза	27,8	49,12	4,02	45,10	8,2

Як показало дослідження, вільна енергія і полярність деревини зменшується 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.

Полісілоксани широко застосовуються при виготовленні покриттів для різних поверхонь [3], зокрема, на їх основі виробляються різні ла-

кофарбові матеріали (фарби, просочення, шпаклівки і т.п.). Молекула полісілоксана 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 полісілоксановим 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: $[\text{C}_2\text{H}_5\text{SiHO}]_n$ – поліетилгїдридсілоксан $[(\text{CH}_3)\text{SiO}]_n$ – полідиметилсілоксан у 5 % робочого розчину у гексані.

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. 4).

Таблиця 4. Компоненти вільної енергії гідрофобізаторів

Характеристики ВЕП	$[\text{C}_2\text{H}_5\text{SiHO}]_n$	$[(\text{CH}_3)\text{SiO}]_n$
контактний кут по воді, °	87,1	81,0
контактний кут по дійодо-метану, °	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

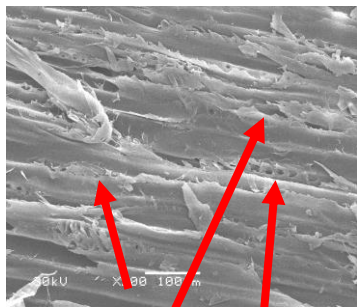
У результаті зіставлення даних таблиці можна зробити висновок, що поліетилгїдридсілоксан буде краще взаємодіяти з деревом, що містить більш високу концентрацію активного компонента, і навпаки, полідиметилсілоксан буде краще наноситися на дерево з мінімальною кількістю просочення, а тому згідно рівнянню Фоукса-Дюпре [4] термодинамічна робота адгезії (табл. 5) повинна бути вища.

Як видно з табл. 5 найбільшою роботою адгезії до деревини обробленої антипіренами та антисептиками володіє поліетилгїдридсілоксан, однак і полідиметилсілоксан показав значні адгезійні властивості.

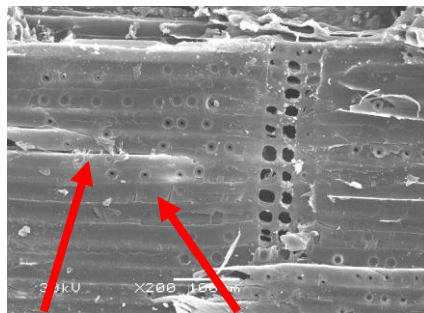
Таблиця 5. Термодинамічна робота адгезії гідрофобізаторів при модифікуванні

Деревина сосни модифікована сумішшю сульфатів і фосфатів амонію та антисептиком	Термодинамічна робота адгезії, мДж/м ²	
	[C ₂ H ₅ SiHO]n	[(CH ₃)SiO]n
Полігексаметиленгуанідин фосфат	62,69	55,04
Полігексаметиленгуанідин гідрохлорид + алкїлдиметилбензиламоній хлорид	63,41	55,66
Полігексаметиленгуанідин фосфат карбаміду	76,67	67,11
Полігексаметиленгуанідин поліфосфат	85,11	74,44

Морфологічними дослідженнями підтверджено, що модифікована деревина є композиційним матеріалом. На фото 1-6 зображено поверхневий шар модифікованої деревини сумішами сульфату та фосфату амонію і антисептиком.



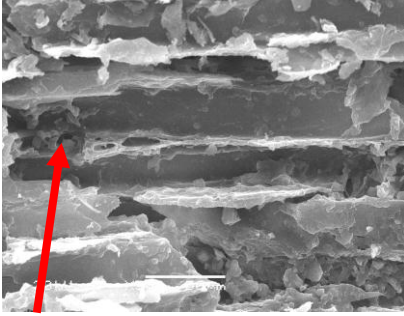
Трахеї пори первинної деревини
Фото 1. Поверхня необробленої деревини.



пори трахеї покриті антисептиком
Фото 2. Поверхня деревини оброблена антисептиком.

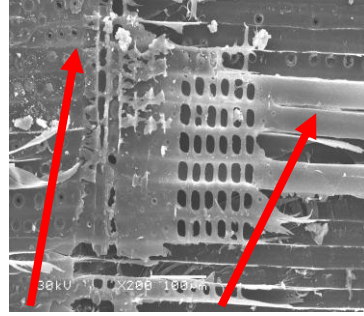
Як видно з фото 2, плівка полімерного антисептика рівномірно покриває деревину, закупорюючи пори та трахеї. У свою чергу компоненти антипірену (фото 3-6) заповнюють пори і трахеї та кристалізуються у них.

Покриття антипірованої деревини полімерним антисептиком поверхнево закупорює пори та трахеї у модифікованій деревині (фото 5, 6).



Трахеї та пори з солями антипірену

Фото 3. Поверхня деревини оброблена сумішами сульфату та фосфату амонію



Полімерна плівка антисептика

Фото 4. Поверхня деревини оброблена сумішами сульфату та фосфату амонію і антисептиком

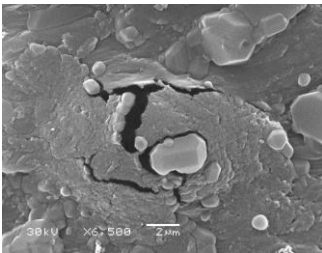


Фото 5. Кристал сольового антипірену в трахеї деревини

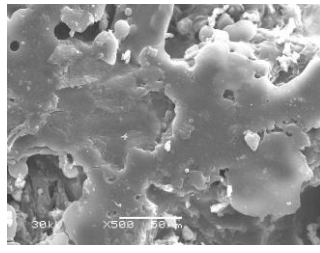


Фото 6. Полімерна плівка антисептика на поверхні антипіренованої деревини

Висновок

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

Summary

The results of studies of free surface energy and its components - the polar and disperse wood pine and birch and modifiers of different nature and structure. Determination of these parameters carried by the test liquids. Determined sequence polarity and value of the main components in the investigated range of tree species and modifiers, which are consistent with the structural and functional characteristics of timber.

Литература

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. Клетечков, 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.