

На підставі виконаного аналізу можна зробити висновок про те, що величину залишкових напружень для конкретного зварного з'єднання доцільно регулювати зміною віддалі від осі шва до максимуму умовних пластичних деформацій z_m – параметром, що зміною величини в невеликому інтервалі (9-20 мм) істотно впливає на залишкові напруження і легко піддається впливу зміною параметрів режиму зварювання.

За результатами моделювання зроблено рекомендації щодо вибору параметрів режиму при зварюванні без підігрівання та додаткового термічного оброблення кільцевих швів з'єднань конструкцій із високоміцних сталей, за рахунок зниження рівня залишкових напружень.

Література

1. Палаш Р.В., Дзюбик А.Р. Дослідження особливостей напруженого стану нероз'ємних з'єднань деталей із високоміцних сталей// Вісник Луганського НУ ім. В. Даля. – Луганськ. – 2005, № 11(93). – С. 144-147.
2. Палаш Р.В. Формування залишкового напруженого стану на внутрішній поверхні зварних циліндричних елементів конструкцій із високоміцних сталей// Наук. вісник Укр ДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2005, вип. 15.2. – С. 58-63.
3. Палаш Р.В. Вплив величини зони пластичних деформацій на залишкові напруження в кільцевих з'єднаннях обсадних труб// Вісник НУ "Львівська політехніка": Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. – 2004, № 509. – С. 99-104.
4. Палаш Р.В., Палаш В.М., Дзюбик А.Р. Оцінка міцності деталей машин методами комп'ютерного моделювання// Матер. Міжнародної наук.-практ. конф. "Дні науки – 2005". – Том 35 "Техніка". – Дніпропетровськ. – 2005. – С. 32-33.
5. Палаш Р.В. Підвищення технологічної та експлуатаційної міцності зварних деталей машин з високоміцних сталей// Машинознавство. – Львів. – 2005, № 8 -С. –52-55.

УДК 674.048 *Інж. Б.М. Перетятко – Львівський інститут пожежної безпеки МНС України; доц. І.М. Озарків, канд. техн. наук – НЛТУ України*

НОВІ АНТИПІРЕНИ НА ОСНОВІ КАРБАМІДУ ТА СПОЛУК КРЕМНІЮ І ФОСФОРУ

Наведено хімічні сполуки, що використовуються як антипірени. Розкрито шляхи дослідження нових антипіренів для захисту деревини, природних полімерів і т.п. Наведено результати власних досліджень авторів щодо просочення антипіренами різних порід деревини.

Eng. B.M. Peretiatko – Lviv fire safety institute of Ukrainian Ministry of extra ordinal situations; doc. I.M. Ozarkiv – NUFWT of Ukraine

New fire-retardants based on carbamide, silicon and phosphorus compounds

The chemical compounds used as fire-retardants are presented in this article. It is developed the ways of investigation of new fire-retardants for wood protection and natural polymers and etc. The results of my own research of some authors concerning the treatment of different species of wood by the fire-retardants are described here.

У зв'язку із розширенням виготовлення дерев'яних будинків каркасної, панельної та об'ємно-блочної конструкцій у світі із широким використанням хвойних конструкційних матеріалів та різних плитних матеріалів (фанери, ДСП, ДВП та ін.) виникла наукова проблема пошуку та створення нових сполук щодо вогнезахисту деревини.

У роботі [1] нами частково був зроблений аналіз біовогнезахисних препаратів для дерев'яних конструкцій та споруд, а також розкриті їх властивості щодо об'єкта просочення.

Зауважимо, що всі методи, які успішно використовують для зниження здатності до горіння, можна розділити за такими ознаками:

- за генерацією тепловмісних (ендотермічних) процесів, що знижують енергетичний баланс первинного теплового потоку чи полум'я;
- за захистом матеріалу від первинного теплового потоку, створюваним теплоізоляційним шаром (пінним чи не пінним);
- за зменшенням швидкості газифікації матеріалу;
- за зміною балансу горючих та негорючих продуктів розкладу матеріалу на користь негорючих.

На рис. 1 показано багатоманітність неорганічних, органічних та елементоорганічних сполук, що здатні послабити горючі властивості та знизити температуру спалахування деревини. Однак більшість із них не задовольняють вимоги до антипіренів (ретардантів), а тому мають обмежене використання.

Відомо [2, 3], що за характером поведінки антипірени (ретарданти) поділяються на адитивні та регенеративні.

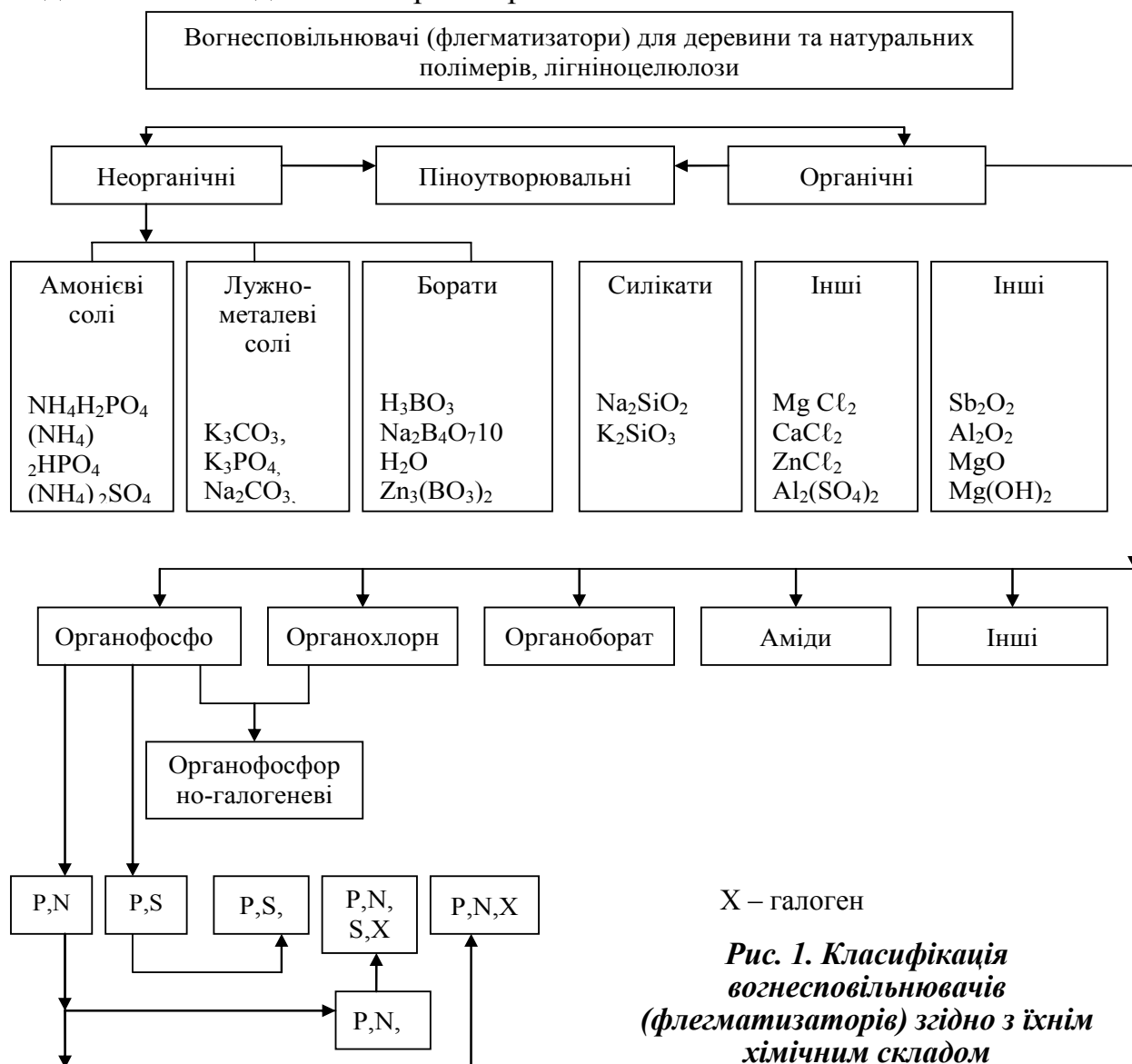


Рис. 1. Класифікація вогнесповільнювачів (флегматизаторів) згідно з їхнім хімічним складом

Перші (адитивні) взаємодіють із субстратом тільки фізично, тоді як реактивні хімічно реагують з целюлозою, геміцелюлозою чи лігніном. Тоді, перспективним вважається комплексне використання різних класів сполук. Наприклад, імпрегновані фосфати, підсилені карбамідом стабілізують структуру целюлози. У свою чергу, поверхнево нанесені сполуки бору сприяють утворенню при високій температурі джерела вогню (тепла) теплоізолюючої обвугленої маси.

У табл. 2. показано механізм захисту деревини антипіренами (вогнесповільнювачами), а також вказано переваги й недоліки їх.

Серед реактивних ретардантів (антипіренів) найбільш поширеними є галогенохідні (фтор, хлор, бром) вуглеводнів, ангідридів кислот та багатомисних спиртів. Недоліком більшості з них є токсичність, що обмежує розробку й використання сполук цього класу [4, 5].

Ретарданти можуть бути імпрегновані у деревину (в автоклавах під тиском, в гаряче-холодних ваннах та ін.) або додані під час виготовлення деревини композитних матеріалів. Це дає змогу досягти І групи (ГОСТ 16363-76) вогнезахисної ефективності, тобто забезпечує отримання важкозгорюючої деревини з максимальною втратою маси (до 9 %). В іншому випадку ретарданти наносять на поверхню (з допомогою пензля або розпилювача) і нерідко з лаками або фарбами.

Табл. 2. Механізм захисту деревини вогнесповільнювачами

Механізм захисної дії	Суміші та речовини	Примітки
1	2	3
Утворення захисних газових шарів та незаймистих газів за підвищених температур.	Амонієві суміші, галогенові суміші (Br, Cl, F), сульфати, органічні галогенові похідні (наприклад, похідні 4 – бромфталевої кислоти, НЕТ – кислоти).	<i>Переваги:</i> ефективний захист від проникнення вогню, легкість застосування. <i>Недоліки:</i> легко вилужнюються, переважно низька стабільність, емісія великої кількості токсичних газів під час горіння.
Сповільнення горіння шляхом введення вільних радикалів; циклічна реакція у займистих газах завдяки утворенню вільних радикалів. Можливість формування полімера у структурі, що перетворюється у вогнесповільнену (малоспалиму) форму.	Комбінації галогенових окисів металу.	
Сповільнення температури спалюваного матеріалу: наприклад, лігноцелюлозних частинок завдяки високій температурі плавлення, розчепленню та	Борні композиції або суміші (бура, борна кислота, хлорид цинку), поліфосфат, вольфрамова кислота, фосфатні похідні (мінеральні в'язу-	<i>Переваги:</i> дуже ефективні, завдяки підвищенню температури загоряння матеріалу. Зниження випромінювальної теплової енергії. <i>Недоліки:</i> у випадку вико-

1	2	3
здатності перетворення при температурі горіння в негорючу рідку форму, що відсікає доступ кисню. Каталізатори реакції горіння для створення захисного вуглецевого шару та ізолюваних пін.	чі) алюмінієві фосфати, молібденові окисли.	ристання фосфатів, які мають великий вплив на властивості матеріалу та спричиняють каталіз реакції горіння і утворення токсичного вуглекислого газу CO.
Дія, що узгоджує властивості двох згаданих вище груп.	Аміакофосфат, аміакополіфосфат, аміачний борат, меламін.	<i>Переваги:</i> надзвичайні переваги та багаторазова дія. <i>Недоліки:</i> легке вилужування, утворення великої кількості токсичних газів, особливо у випадку використання фосфатних систем.
Зниження коефіцієнта теплопровідності, підвищення вогнестійкості.	Мінеральні волокна (азбест, скловолокна, мінеральна вата), гранульоване скло, каолін, доломіт, слюда та її похідні (вермикуліт), а також шляхом покриття поверхонь сріблом, вуглецевими волокнами, синтетичними волокнами з окису титану, синтетичними волокнами, що базуються на полімерах (<драбинові>).	<i>Переваги:</i> Істотне покращення ізолювальної здатності. Зниження утворення токсичних газів. <i>Недоліки:</i> неефективні для захисту масивної деревини. Вони не розсіюють тепло, що генерується під час горіння.
Ізоляція деревних матеріалів від проникнення теплової енергії. Екранування та відбивання теплового випромінювання (радіації).	Відбивні поверхні з Al та Ag плівок, силікатні плити, піністі покриття, включаючи останні розробки: гнучкі піністі прошарки – блокувальники вогню (для спеціального застосування – інтер'єрів літаків, старовинних будинків).	<i>Переваги:</i> готові до використання, відносно невисока вартість захисту, повне гальмування поширення вогню через поверхню та ізоляція горючого матеріалу від зони вогню. <i>Недоліки:</i> захист тільки поверхні; у випадку пошкодження поверхні існує небезпека поширення вогню. У випадку захисту деревини вони ховають природну (натуральну) структуру та волокна деревини.

Це є економічно більш вигідним і дає змогу захистити крупні елементи вже виготовлених будівельних конструкцій (щоправда, тільки за II групою вогнезахисної ефективності, при якій деревина важко спалахує, а втрата маси становить 9...30 %). Крім цього, стирання захисного шару чи виникнення тріщин супроводжуватиметься повною втратою вогнестійких властивостей.

На сьогодні прогрес в області дослідження властивостей нових антипіренів для захисту природних полімерів, деревини та лігноцелюлозних матеріалів здійснюється в таких трьох напрямках [6, 7]:

- пошук стійких до вимивання ретардантів із мінімальним негативним впливом на оточуюче середовище;
- хімічна та біохімічна модифікація природних полімерів, деревини і лігноцелюлозних матеріалів;
- використання більш ефективних ціноутворюючих та блокувальних вогонь систем.

Відзначимо, що антипіренова підготовка деревини із використанням матеріалів із обмеженою здатністю до вимивання, тобто із низькою розчинністю у воді, може бути виконана двома шляхами. Перший спосіб передбачає дві стадії. Перша стадія, коли ми спочатку імпрегнуємо водорозчинні антипірени, а пізніше створюємо поверхневий водовідштовхувальний шар (друга стадія).

Інший спосіб полягає у хімічній модифікації деревини [8]. Це – так зване, створення антипірену << in statu nascendi >> шляхом взаємодії реагентів із целюлозою, геміцелюлозою і лігніном деревини. На нашу думку, саме цей шлях розвитку хімії антипіренів є найбільш перспективним та, безумовно, раціональним. Адже відкривається перспектива для глибокої одностадійної модифікації полімерів деревини, при тому ж із невеликою кількістю реагенту.

Теоретична частина. Відомо, що найбільш вразливим місцем лігніноцелюлозних сполук є спиртові групи. При цьому ж лігнінові гідроксильні групи виявляються набагато більш доступними, ніж аналогічні групи целюлози із високим ступенем кристалічності. Тому, чи не найважчим завданням для дослідників у цій галузі є завдання, як змусити такі високовпорядковані молекули до взаємодії. Активування целюлози, тобто впорядкування її кристалічних ділянок може бути досягнуто як гідроксидом натрію, так і деякими ферментами (наприклад, лактозою).

З хімічного погляду реакції модифікації целюлози поділяються на такі:

- приєднання (гідроліз чи алкоголіз);
- естерифікації (органічної і неорганічної);
- окислення;
- інші (полімераналогічні перетворення, галогенування і т.п.).

Іншим, перспективним, але більш віддаленим у часі, рішенням проблем є генетичне модифікування самих дерев із тим, щоб синтез лігніноцелюлозних матеріалів рослина здійснювала, враховуючи необхідність заміни частини спиртових груп іншими.

Тому, серед всього іншого, завдання пошуку антипіренів необхідно доповнити вимогою про усунення з потенційних систем отруйних речовин – продуктів згоряння деревини. Адже відомо, що найбільшу загрозу становить не висока температура полум'я, а токсичні газоподібні продукти горіння.

Методика й результати досліджень. Для дослідження якості просочення деревини антипіренами були вибрані такі породи: береза, липа, дуб, сосна, вільха; тобто породи, більшість з яких, успішно використовуються у домобудуванні з дерева. Вологість вказаних порід коливалась у межах 5...12 %, тобто вологість названих вище порід відповідала кімнатно-сухій деревині. Було проведено чотири серії експериментів, перші три з яких – двостадійні, а остання в одну стадію.

При першій стадії досліджень, спочатку, просочення велося 28 %-им водним розчином карбаміду, а після висушування поверхонь взірців велося поверхневе покриття 3 % розчином SiCl_4 в гексані.

При другій серії просочування у першій стадії також велося 28 % водним розчином карбаміду, а після висушування поверхонь – 3 % розчином PCl_3 в гексані.

Третя серія включала у себе просочування 28 %-им водним розчином карбаміду, а після висушування – поверхневе покриття 10 % водним розчином H_3PO_4 .

Остання (четверта) серія експериментальних досліджень включала (у першій стадії) просочування 17 % водним розчином амідифосфату.

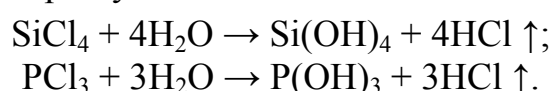
Амідифосфат (амідифосфатний олігомер) синтезували [9] конденсацією 85 %-ої ортофосфорної кислоти і карбаміду у розплаві при температурі 132 °C при мольному співвідношенні компонентів 1:1,5, що відповідає атомному співвідношенню фосфор-азот = 1:3. Зауважимо, що синтез нами проводився в реакторі змішувачем та зворотнім холодильником, а контроль процесу здійснювався за допомогою реєстрації температури та pH. Отриманий продукт охолоджували до 60 °C і далі розводили водою до отримання 17 % -го розчину.

Просочування досягали шляхом занурення попередньо нагрітих (до температури 90...110 °C) у сушильній шафі брусків розміром 0,04×0,04×0,25 м у ванну із водним розчином антипірену при кімнатній температурі. Відзначимо, що нагрівання до вищої температури є недопустимим, оскільки при температурі 160 °C починається розклад лігніну, в якому відбувається розрив зв'язків C-O і C-C із виділенням низькомолекулярних полісахаридів – геміцелюлоз.

Поглинання контролювали ми за зменшенням об'єму розчину. Просочення припиняли після різкого сповільнення цього процесу (найчастіше через 20...30 хв).

У табл. 3...5 наведено нами, отримані експериментально, параметри просочування – об'єм поглиненого водного розчину антипірену (V , мл), маса поглинутого антипірену (m , г), глибина просочення у радіально-тангентальному напрямках ($d_{\text{рад}}$, мм) та в торцевому ($d_{\text{торц}}$, мм) напрямі, а також вирахована витрата антипірену (кг/м^3). Глибину проникнення міряли після проявлення просоченого шару поверхні розколювання індикаторами (для карбаміду – фенолфталеїном, а фосфорних – лакмусом).

Через те, що в третій серії досліджень поверхневе покриття взірців деревини відбувалося 10 % водними розчином ортофосфорної кислоти, сушіння після просочування не мало змісту. На противагу до цього поверхневі агенти у I та II серіях експериментів наносили як розчин у гексані. До того ж вони досить інтенсивно реагують з водою:



Насправді силіцій- і фосфорновмістні продукти мають набагато складнішу поліядерну будову. Однак навіть ці первинні процеси значною мірою конкурували б із реакціями між SiCl_4 (чи PCl_3) і лігніноцелюлозними матеріалами.

Табл. 3. Результати першої серії досліджень

Порода деревини	V, мл	m, г	Витрата, кг/м ³	d _{рад} , мм	d _{торц} , мм
береза	90	27	67,5	5	20
липа	70	21	52,5	2...3	12
дуб	20	6	15	2	5
сосна	20	6	15	1	10
вільха	31	9	22,5	2	12

Табл. 4. Результати другої серії досліджень

Порода	V, мл	m, г	Витрата, кг/м ³	d _{рад} , мм	d _{торц} , мм
береза	115	35	87,5	6	20
липа	110	33	82,5	5	18
дуб	20	6	15	2	5
сосна	39	12	30	2	10
вільха	62	19	47,5	3	14

Табл. 5. Результати третьої серії досліджень

Порода	V, мл	m, г	Витрата, кг/м ³	d _{рад} , мм	d _{торц} , мм
береза	79	24	60	5	18
липа	76	23	57,5	3	15
дуб	20	6	15	2	5
сосна	20	6	15	1	10
вільха	60	18	45	3	12

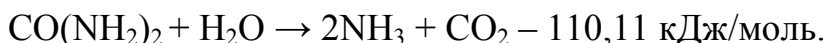
Табл. 6. Результати четвертої серії досліджень

Порода	V, мл	m, г	Витрата, кг/м ³
береза	20	5	12,5
липа	20	4	10
дуб	25	5	12,5
сосна	20	4	10
вільха	20	4	10

Висновки. Механізм дії, запропонованих антипіренових композицій, має комплексну дію. Зокрема, карбамід як ретардант адитивної дії, відомий давно і широко використовується. Вже при 150 °С починається його розклад, тобто

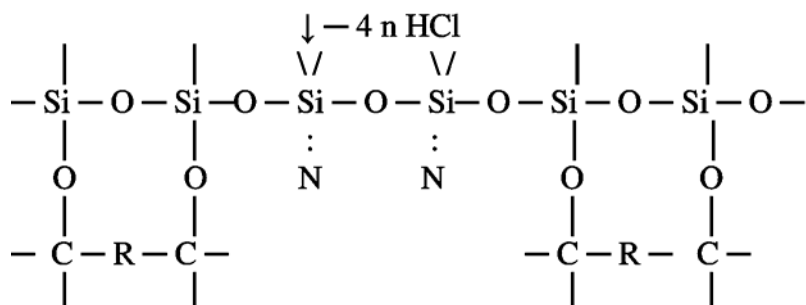
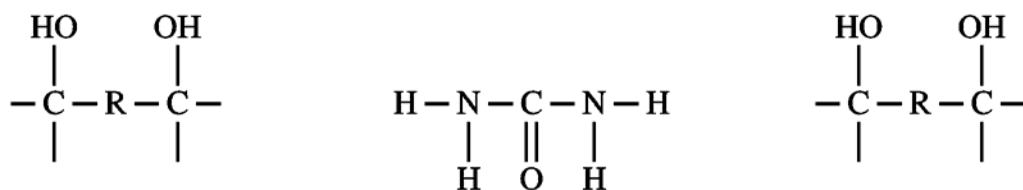


який завершується повним гідролізом при 200 °С, тобто

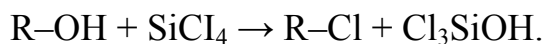


Крім ендотермічності, яка забезпечує поглинання первинних теплових потоків, захист від горіння забезпечують виділенням 67,2 мл негорючих газів (аміаку і вуглекислого газу) з 60 грам карбаміду. Недоліком даного антипірену є його висока розчинність у воді, що сприяє його вимиванню із субстрату під дією атмосферної вологи.

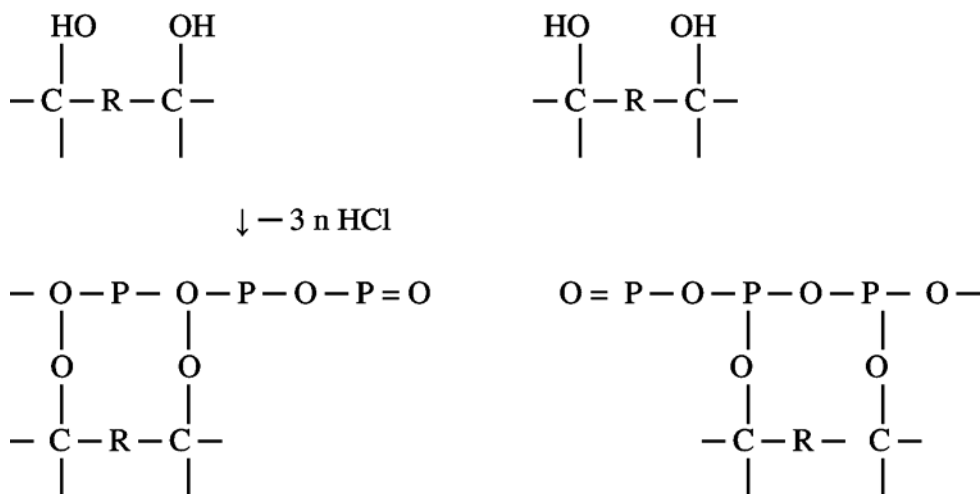
Для забезпечення гідрофобних властивостей поверхні деревини були використані нами також хлориди кремнію і фосфору. На нашу думку, механізм дії SiCl₄ полягає в утворенні ефірних зв'язків Si–O–C із лігніноцелюлозним субстратом з одночасним формуванням на його поверхні силоксанового олігомеру:

$n \text{ SiCl}_4$


Додатково атоми кремнію можуть взаємодіяти із аміногрупами карбаміду, що сприяє закріпленню антипірена у субстраті та сповільнення його втрати при високій температурі. Поза тим, SiCl_4 , як активний хлоруючий агент, здатний модифікувати природні полімери деревини, істотно послабивши їхню здатність до горіння



Подібна поведінка і іншого реагента – PCl_3 з тією тільки відмінністю, що фосфат менш схильний до полімеризації і замість полісілоксанів утворюються низькомолекулярні фосфіти

 $n \text{ PCl}_3$


При дуже високій температурі в обох випадках на поверхні утворюються оксидні плівки – SiO_2 , P_2O_3 , P_2O_5 , які захищатимуть деревину від горіння.

На закінчення об'єктивно варто додати, що на відміну від цілковито безпечних сполук кремнію, сполуки фосфору потребують додаткових досліджень щодо їх токсичності.

У третій серії експериментів зниження розчинності карбаміду досягали утворення адуктів $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_3\text{PO}_4$. Для амідофосфатних олігомерів, залучених до четвертої серії експериментів, здатність до вимивання залишилися досить високою.

Література

1. Озарків І.М., Перетятко Б.М. Аналіз біовогнезахисних препаратів для дерев'яних конструкцій й споруд// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2003, вип. 13.4. – С. 278-286.
2. Lewin M., Atlas S.M., Pears E.M. Flame – Retardant Polimerik Materials// New York and London, Plenum Press, 1975. – vol 1. – P. 95-105.
3. Chamberlain D.L. Mechanisms of fire retardancy in polymers, in Kuryla W.C., Papa A.J., (eds.)// Flame Retardancy of Polymeric Materials, Vol 4, New York, Dekker, Chapter 2, 1978.
4. Leo A.L. Fire retardants in lignocellulosics composites// Lignocellulosicsplastics Composites. – Universidade de Sao Paulo, Brasil, 1977. – P. 61-111.
5. Petrella R.V., Sellars G.D. Flame inhibition by bromine compounds// Fire Tehnology, 1970, 6 (2), 93-101.
6. Kozlowski R., Helwig M. Progress in flame retardancy and flammability testing// 1 st int conf <<Progress in Flame Retardancy and Flammability Testing. – Poznan, Poland, Institute of natural Fibres, 1995.
7. Kozlowski R., Helwig M., Wesoler D. Fire retardants and their special application in historic buildings// 2nd int symp on << Fire Protection of Ancient Monuments. – Institute Natural Fibres, Poznan, Poland, 1995. – P. 142-152.
8. Fire retardant materialz. Edited by A.R. Horrocks and D. Price 2001// Woodhead Publishing Ltd Cambridge England – P. 311.
9. Леонович А.А., Шелюмов А.В. Растворимость антипирена амидофосфата КМ у зависимости от рецептуры и условий синтеза// Химическая пром-сть, 2003, т. 80, № 7. – С. 11-15 (331-335).

УКД 674.05.055

Доц. М.І. Пилипчук, канд. техн. наук;
магістр С.П. Степанчук – НЛТУ України

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ОЦІНКИ ХВИЛЯСТОСТІ ПРОПИЛУ НА ГОРИЗОНТАЛЬНИХ СТРІЧКОПИЛКОВИХ ВЕРСТАТАХ

На основі аналізу графічної інтерпретації характеру хвилястості пропилю на горизонтальних стрічкопилкових верстатах визначено основні показники оцінки хвилястості та встановлено залежність для практичного визначення середньої величини хвилястості.

Ключові слова: показник, хвилястість, пропилю, верстат.

Doc. M.I. Pylypchuk; master's degree S.P. Stepanchuk – NUFWT of Ukraine

Definition of parameters of a rating of a sinuosity saw notch on horizontal machine tools band-antheriferous

On the basis of the analysis of graphic interpretation of character of a sinuosity saw notch on horizontal band-antheriferous machine tools is determined the basic parameters of a rating of a sinuosity, and also the dependence for practical definition of average size of a sinuosity is determined.

Keywords: a parameter, sinuosity, saw notch, machine tool.

1. Актуальність теми дослідження. Згідно з попередніми результатами досліджень процесу розпилювання колод на горизонтальних стрічкопилкових верстатах [1] встановлено, що хвилястість пропилю є визначальним показником якості одержаних пиломатеріалів. Хвилястість пропилю призводить до додаткових втрат деревини під час усунення різнотовщинності заготовок на подальших стадіях механічного оброблення, а також до одержання бракованої продукції. Однак ґрунтовних досліджень щодо встановлення причин