

4. **Поберейко Б.П.** Дослідження процесів теплоперенесення всередині та на межі неруйнівної області деформування деревини// Наукові праці: Зб. наук. праць ЛАН України. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2007. – Вип. 5. – С. 139-144.

5. **Леонтович М.А.** Введение в термодинамику. Статистическая физика. – М.: Наука, 1983. – 416 с.

6. **Лыков А.В.** Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.

**УДК 674.02.048 Проф. І.М. Озарків, д-р техн. наук – НЛТУ України, м. Львів;
інж. Б.М. Перетятко – Львівський ДУ безпеки життєдіяльності**

МЕТОДИКА ПРОСОЧЕННЯ ДЕРЕВИНИ АНТИПІРЕНАМИ МЕТОДОМ ТЕПЛО-ХОЛОДНИХ ВАНН

Наведено аналіз особливостей просочення деревини антипіренами з метою вивчення фізичних закономірностей та способів введення вогнезахисних речовин, а також напрацювання методики визначення якості просочення деревини.

***Prof. I.M. Ozarkiv – NUFWT of Ukraine, L'viv; eng. B.M. Peretyatko –
Lviv State University of Vital Activity Safety***

The methods of wood percolation with the help of antypirens using the baths of medium temperature

The analysis of peculiarities of wood percolation with help of antypirens was used to learn physical rules, the ways of firefighting substances engagement and working on the methods of the quality of wood percolation.

Відомо [1], що захист від горіння деревини та дерев'яних конструкцій є обов'язковим у дерев'яному домобудуванні, будівництві складських та тваринницьких споруд, пасажирському машино- й вагонобудуванні й ін. Однак надати деревині абсолютної вогнестійкості є практично неможливо. Тому, на сьогодні вогнезахист деревини зводиться, в основному, до обмеження її загоряння та поширення полум'я на її поверхню.

Інакше кажучи, просоченням деревини антипіренами можна домогтися того, що деревина, яка охоплена вогнем, не підтримує горіння, а в разі віддалення джерела вогню – швидко гасне та не тліє. При цьому вогнезахисні речовини під час нагрівання іноді плавляться та покривають поверхню деревини вогнезахисною плівкою, яка перекриває доступ кисню до деревини. В іншому випадку антипірени розкладаються із одночасним виділенням великої кількості негорючих газів, які відтісняють повітря від поверхні матеріалу та розбавляють горючі гази, що виділяються із деревини.

Горючість природної, непросоченої антипіреном деревини залежить від багатьох чинників, серед яких слід виділити основні, а саме: породу, вологісний стан, здатність антипіренів сорбуватися деревиною, особливістю будови деревини і місцем розташування дерев'яних елементів у конструкції тієї чи іншої споруди. Крім цього, просочення антипіренами буде впливати на механічні властивості деревини, тобто характер і ступінь впливу буде залежати від типу і кількості антипірена, що вводиться в деревину та режиму просочення. Своєю чергою, режими просочення деревини будуть визначатися здатністю деревини пропускати рідини та гази.

Як відомо [1], залежно від величини просочення основні породи деревини умовно можна розділити на три групи:

- важко просочувальні породи – сюди відносять хвойні спілодеревні породи (смереку, ялицю) та ядро хвойних й листяних порід (сосни, модрина, дуба, ясена, в'язу, каштана, горіха);
- легко просочувальні породи (заболонь хвойних та листяних порід);
- дуже легко просочувальні листяні без ядрові породи (береза, бук, клен, вільха, осика, липа, тополя, верба, платан, груша і т.п.).

Рівномірність розподілення антипірена в деревині буде залежати від властивостей самого антипірена та його розчинника (його здатності до дифузійного перерозподілення, сорбційної здатності антипірена) і від методу просочення деревини. Проте необхідно зазначити, що під час просочення під тиском градієнт концентрації за глибиною є невеликим.

Щодо проникливості, яка характеризує здатність пропускати рідини (воду, антипірени, антисептики) або гази (повітря, азот тощо) під тиском, то, як показали дослідження [1-3], вона буде мати однаковий характер у всіх випадках. Аналіз результатів водо проникливості деревини показують:

- водопроникливість вздовж волокон значно вища у листяних порід, ніж у хвойних (в 3...10 разів);
- у межах однієї породи водопроникливість заболоні вища, ніж ядра та зрілої деревини (в 5...8 раз);
- впоперек волокон водопроникливість у радіальному напрямку (в середньому) для більшості порід деревини є трохи вищою, ніж в тангентальному напрямку. Таку залежність можна пояснити особливістю анатомічної будови деревини різних порід, тобто розташуванням і станом пор на стінках клітин, кількістю і ступенем проникливості серцевинних променів, станом горизонтальних смоляних ходів, а також самою смолистістю деревини.

Як відомо [1], вода в деревині рухається системою капілярів, яка охоплює порожнини клітин, отвори в мембранах пор та субмікроскопічні канали в клітинних стінках. Розташування торуса окаймлених пор не впливає на проникливість ядра та заболоні сухої деревини. Наявність смолястих та інших екстрактивних речовин, що знаходяться в ядрі, затрудняють або повністю усувають можливість переміщення води по мікрокапілярах у мембранах пор і в клітинних стінках. Пізня деревина річних шарів (наприклад, у смереки, сосни, ялиці) є більш водопроnikливою, ніж рання деревина. Істотний вплив на водопроникливість впоперек волокон мають серцевинні промені.

Відзначимо, що нагрівання деревини ядра вище температури плавлення смолястих речовин підвищує водопроникливість деревини. Щодо проникнення газів у деревину, то слід звернути увагу на те, що газопроникнення може відбуватися: за атмосферного тиску (має місце газопоглинання деревини); за надлишкового тиску (має місце газопроникливість). Перший випадок має місце при підвищенні дезінфекції деревини, зараженої комахами або грибами, і газовому фарбуванні, а другий – в деяких видах тари (чанах, пивних бочках і т.п.).

Таким чином, деревина є системою водопровідних комунікацій (судин в листяних та трахеїд в хвойних породах), в порожнинах яких зберігалися і

переміщалися живильні соки, а після їх випаровування в процесі висушування виникли порожнини. Заповнюючи останні антипіренами, можна підвищити вогнестійкість деревини, а також надати матеріалу зовсім нові властивості відповідно до властивостей антипіренів, що вводяться в деревину. З огляду на це, важливе значення має проникливість деревини (остання хоч і відносно невелика [1, 3]), просочувальна ємність для кожної породи при різній вологості і різних способах сушіння. Саме від цих двох властивостей залежить глибина проникнення і величина поглинання просочувальної рідини (антипірена) під час кожного способу просочення.

Глибина проникнення антипірена є одним із основних й важливих показників якості просочення. Необхідно зазначити, що для маслянистих і водорозчинних антипіренів [4], які забарвлюють деревину, глибину їх проникнення слід визначати за зміною кольору деревини. Глибина безколірних антипіренів встановлюється за допомогою спеціальних проявників, які дають із антипіренами забарвлені сполуки. Якщо деревина є вологою, то вона повинна бути підсушеною до вологості не більше 25 % (при більшій вологості деревини індикатор може дати похибку). Проявник може наноситись на торцеву поверхню м'яким пензлем або помазком із вати, туго намотаним на дерев'яну або пластмасову паличку. З цією метою можна використати також звичайний капельник. При нанесенні реактиву слід обов'язково охоплювати ділянки, не просочені антисептиком. Під дією проявника поверхня деревини буде забарвлюватися у відповідний колір. Глибину просоченої зони треба відзначити хімічним олівцем, адже з часом проявник може змінювати колір або зникнути.

Величина поглинання антипірена є також важливою характеристикою якості просочення й визначається кількістю введеного антипірена (г, кг або л) на одиницю просоченої деревини (м^3). Кількість введеного антипірена можна визначати двома методами (шляхом аналізу і в ході самого процесу).

При першому методі із просоченої деревини за допомогою бура беруться проби і за ними визначають вміст введеного в матеріал антипірена, який потім перераховується на весь об'єм просоченої деревини. Але, внаслідок нерівномірного розподілення антипірена (зовнішні шари, як правило, мають більший вміст антипірена, а внутрішні менший) вибрати точний середній взірець просоченої деревини дуже важко (практично неможливо). Тому даний аналітичний метод не дає змогу визначити середнє поглинання антипірена сортиментів і застосовується дуже рідко.

За другим методом визначення кількості введеного антипіренами проводиться або з допомогою спеціального пристрою-вимірника (при автоклавному процесі), або шляхом визначення різниці мас сортимента (об'єкта просочення) до і після просочення. Для водорозчинних антипіренів величину поглинання характеризують кількістю сухої солі антипірена (кг), який був введений у матеріал, на 1 м^3 просоченої деревини (виходячи із ваги поглиненого розчину і концентрації антипірена).

Слід зауважити, що зв'язок між глибиною проникнення і величиною поглинання антипірену дуже складний і недостатньо вивчений. Адже цей

зв'язок визначається багатьма чинниками як при заповненні капілярів у процесі проникнення рідини (антипірена) в глибину матеріалу, так і мікрокапілярів під час її проникнення в клітинну стінку.

Також необхідно наголосити, що, незважаючи на велике й досить значне нагромадження експериментальних та емпіричних даних з проникливості деревини різними рідинами, має значення відсутність встановлених загальнених теоретичних закономірностей, або їх мала кількість. Тобто, не отримано надійних рівнянь просочення антипіренами. Звідси, й слабо розроблені методи підвищення проникливості деревини антипіренами. Хоча на сьогодні є найбільш поширеними методами захисного оброблення деревини методи, що базуються: на просоченні без застосування дії зовнішнього тиску (дифузійне просочення пастами і розчинами, просочення вимочуванням і в тепло-холодних ваннах); на просоченні із використанням зовнішнього тиску (просочення в автоклавах).

Дифузійне просочення полягає в нанесенні на поверхню деревини антипіренів (у вигляді паст або концентрованих розчинів) і дальшою дифузиею їх у внутрішні шари матеріалу. Це просочення здійснюється під дією градієнта концентрації антипірена. Дифузійне просочення пастами – сезонна операція, яка є малопродуктивною, трудомісткою і в зв'язку з чим застосовування його є обмеженим. Дифузійне просочення розчинами використовується у випадку, коли є неможливим вимивання антипіренів (застосовується як додатковий запобіжний захід до конструктивної профілактики споруди).

Просочення в тепло-холодних ваннах застосовують для оброблення деталей заводського домобудування. Просочення в тепло-холодних ваннах використовується для деревини не більше 40 %. Суть цього методу базується на явищі термодифузії (згідно якого газ із більшою молекулярною масою рухається в сторону більшої температури, а газ із меншою молекулярною масою – в сторону меншої температури), тобто при прогріванні повітря, що знаходиться в деревині, переміщається і розширюється до поверхні та частково виходить з неї. При наступному охолодженні в холодній ванні повітря, що залишилося в деревині, стискається і за рахунок утвореного розрідження розчин антипірена всмоктується в середину деревини.

Істотним параметром режиму просочення в теплій та холодній ваннах є перепад температур. Відомо [1, 3], що температура гарячої ванни змінюється в межах 90...100 °С, а холодної – 30...50 °С. Слід зауважити, що метод тепло-холодних ванн може використовуватися в декількох варіантах:

- а) просочення в одній ванні із почерговим, послідовним заміненням гарячого розчину на холодний;
- б) просочення в одній ванні із повільним остиганням гарячого розчину;
- в) просочення в двох ваннах із просоченням деревини із гарячого розчину в холодний;
- г) прогрівання деревини парою або підігрітим повітрям, які відіграють роль теплої (гарячої) ванни.

Але найбільш індустріальними із перерахованих вище способів є варіант "б" і "в", які використовуються у разі досить великих об'ємів просочення.

Для двохванного варіанту просочення негативним є безпосередній контакт деревини з повітрям у процесі перенесення матеріалу в холодну ванну із гарячої ванни, що приводить до зменшення ефективності просочення. Для просочення методом гарячо-холодних ванн використовують таке обладнання:

- дві ванни (об'ємом 3,5 л кожна), одна з яких забезпечена електричним підігріванням з терморегулювальним пристроєм;
- термометри;
- вимірювальні лінійки;
- фільтрувальний папір;
- вантаж для запобігання спливанню просочувальних взірців (вирізаних із заболоні та ядра одного й того ж кряжу) у вигляді рейок розміром 40×40×250 мм;
- циркульна пила та сокирка;
- антипірени відомої концентрації.

Взірці п'яти порід деревини (сосни, ялини, берези, вільхи та осики), які вирізані вздовж волокон із заболонної частини, маркують (де перша буква означає породу, друга цифра – номер взірця в заготовці). Наприклад, с-1-4 означає, що взірець випиляний із деревини сосни, першої заготовки і має номер 4.

Послідовність виконання досліджень така. Спочатку заповнюють обидві ванночки антипіреном таким чином, щоб при зануренні взірців антипірен не переливався через край. Далі беруть два взірці, які підготовлені до просочення, і заміряють їх об'єм V та визначають масу M кожного взірця (результати записують в таблицю).

Потім включають ванночку через терморегулятор і доводять температуру в гарячій ванні до 85...90 °С, а при досягненні антипіреном заданої температури взірці поміщують в цю ванночку, встановлюють протиспливний вантаж, витримують взірці 10...15 і 20 хв. Дальше переносять взірці в холодну ванну і витримують також 10...15 і 20 хв.

Витягнувши взірці із холодної ванни, обтирають їх фільтрувальним папером та зважують окремо кожний взірець для встановлення маси після просочення M_{np} . Результати зважування також заносять в таблицю. Підраховують масу поглиненого кожним взірцем антипірена у вигляді розчину ($\Delta M = M_{np} - M$) або в сухому вигляді (m).

Розпилюють кожний із взірців посередині, розколюють кожну половинку і за забарвленою або проявленою зоною визначають середню глибину просочення (мм) в крайковому, радіальному та тангентальному напрямках.

$$V_{np} = V_1 + V_2 + V_3, \quad (1)$$

де: V_1 , V_3 – відповідно об'єм зон суцільного просочення із боку крайок; V_2 – об'єм зони часткового просочення в середній частині взірця.

$$V_1 = L_1 \cdot S; V_3 = L_3 \cdot S; V_2 = L_2 \cdot S_I \quad (2)$$

де: S – площа перерізу крайок взірців, мм² (см²); L_1 , L_3 – довжина (протяжність) зон суцільного просочення (глибина просочення із крайки); L_2 – площа поперечного перерізу просоченої зони.

Повноту просочення визначають за формулою

$$\Pi = \frac{V_{np}}{V} \cdot 100 \%$$

Наприкінці дослідження здійснюють оцінку результатів просочення шляхом зіставлення величини поглинання антипірена взірцем ($A = m/V$) та захисної дози цього антипірена за його характеристикою, користуючись довідниковими матеріалами. Порівняти слід із якістю просочення заболонної та ядрової частин деревини.

Література

1. Перельгін Л.М. Древесиноведение. – М.: Лесн. пром-сть, 1969. – 320 с.
2. Уголев Б.Н. Испытания древесины и древесинных материалов. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 252 с.
3. Озарків І.М., Перетятко Б.М. Аналіз біовогнезахисних препаратів для дерев'яних і споруд// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2003, вип. 13.4. – С. 101-106.
4. Озарків І.М., Перетятко Б.М. Нові антипірени на основі карбаміду та сполук кремнію і фосфору// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2006, вип. 16.5. – С. 89-97.

УДК 674.047

*Проф. П.В. Білей, д-р техн. наук; асист. І.В. Петришак,
канд. техн. наук; ст. викл. І.А. Соколовський, канд. техн. наук –
НЛТУ України, м. Львів*

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ПІД ЧАС ВИГОТОВЛЕННЯ ШПОНУ І ФАНЕРИ

Визначено ефективність використання теплової енергії в технологічних процесах виготовлення шпону і фанери.

*Prof. P.V. Biley; assist. I.V. Petryshyak; senior teacher I.A. Sokolovsky –
NUFWT of Ukraine, L'viv*

Efficiency of thermal energy using in lead and plywood's production

Certainly efficiency of the use of thermal energy in the technological processes of production lead and plywoods.

Деревина порівняно з іншими матеріалами має такі переваги: високу міцність при низькій вазі; матеріал, що добре обробляється інструментами, добре склеюється, фарбується, лакується, полірується; погано проводить теплоту, звук, електрику; при зміні температури практично не змінює свої розміри; завдяки пружним властивостям краще за інші будівельні матеріали поглинає удари, вібрацію; стійка до дії хімічних речовин. Однак, як матеріал органічного походження, деревина має і багато недоліків: при зміні вологості значно змінює свій об'єм і розміри; піддається біо- і вогнеруйнуванню; має анізотропні фізико-механічні властивості; коливання в значних границях фізико-механічних властивостей однієї і тієї ж самої породи і залежно від умов проростання. За цими ознаками масивна деревина поступається плитним матеріалам та фанері.