

Винахід відноситься до технології просочення капілярно-порозних матеріалів (КПМ) рідинами і може бути використаний в хімічній, авіаційній, судобудівній та інших галузях промисловості. Як капілярно-порозні матеріали, що просочуються, можуть бути: папір, картон, деревина (конструкційні елементи, залізничні шпали, паркет і ін., пористі металеві матриці, тканини, пластини електродів акумуляторів, зерна пористого каталізатора, обмотки статорів і роторів електродвигунів, електролітичні конденсатори та ін. В якості просочувальної рідини використовують розчини та рідини технологічного призначення, що містять розподілені зважені нерозчинені частки, розплави металів і інших речовин.

Відомий спосіб просочення капілярно-порозного матеріалу шляхом занурення в рідину (Аксельруд Г.А., Альтшуллер М.А. Введение в капиллярно-химическую технологию, Химия, 1983.-264 с., А. с. 1247286 В27Л 1/00, Устройство для пропитки шпал, К.Н.Воробьев и С.Г.Волвачев, 1985,В.Н.Н 1, Мухленов И.П. Технология катализаторов, Л.: Химия, 1989).

Відомий спосіб просочення волокнистого матеріалу, що полягає в тому, що з метою зменшення порозності матеріалу, його вміщують в деаеруючу рідину, щільність якої перевищує щільність просочувального розчину. Як таку рідину використовують метали або сплави в розплавленому стані (Романков П.С., Курочкина М.И. Гидротермические процессы химической технологии. Л., Химия, 1982, 288с.).

Недоліком способу є використання сплавів, що дорого коштують, високі енерговитрати для підтримки їх в розплавленому стані, токсичність виробництва, якщо в якості деаеруючої рідини використовують ртуть. Крім того, висока якість просочення гарантується тільки при певному співвідношенні щільності деаеруючої рідини і просочувального розчину, що вимагає застосування сплавів самих різних складів.

Відомий також спосіб просочення волокнистого матеріалу шляхом переміщення його через просочуючу рідину, відмінний тим, що матеріал перед основним просоченням вакуумують в змоченому вигляді (А. с. 859160 В27К3/34, Способ пропитки древесины, Г.П.Халеня, 1981, Б.И. N 32). Попереднє вакуумування забезпечує видалення повітря з пір і капілярів.

Недолік цього способу полягає в неможливості повного видалення повітря з КПМ шляхом вакуумування. У зв'язку з цим у виробках, що просочилися, залишаються пустоти, необроблені місця. Крім того, для реалізації даного способу потрібні вакуумні установки, що дорого коштують.

Відомий спосіб обробки виробів з КПМ просоченням їх технологічною рідиною, при якому вироби піддають акустичному впливу (Рудобашта С.П. Массоперенос в системах с твердой фазой. Химия, 1980, с. 247). Ефективність процесу просочування особливо підвищується при безпосередньому контакті виробу з акустичним випромінювачем.

Хоч ефективність цього способу досить велика, внаслідок кавітаційних явищ, викликаних акустичними коливаннями в рідині, що заповнила пори і капіляри виробу, можуть утворитися порожнини, в які дифундує газ, розчинений в рідині. Ці газові пухирці погіршують якість просочення. Розвиток кавітації можна подолати підвищенням тиску в просочуючій рідині, однак це призводить до необхідності використання апаратури високого тиску, що істотно збільшує вартість обладнання.

Найбільш близьким по технічній суті та результату до винаходу, що заявляється, є спосіб повного поглинання (Новицкий Г.И. Строгов В.В. Деревопропиточные заводы, Ж/д издательство, М., 1959), який застосовується для просочення деревини як масляними, так і водорозчинюємими антисептиками і полягає в попередньому вакуумуванні лісоматеріалів з подальшим зануренням в гарячий антисептик і витримкою під тиском, (прототип)

До недоліків прототипу слід віднести використання високого тиску та вакууму, що призводить до необхідності значних капітальних витрат в зв'язку з використанням дорогого обладнання, підвищених енерговитрат, збільшення тривалості та зниження інтенсивності процесу. Даний спосіб не дає досить глибокого і рівномірного просочення лісоматеріалів, забруднює виробничу територію і навколишнє середовище внаслідок використання вакууму і високого тиску.

Задачею винаходу є розробка способу просочення капілярно-порозних матеріалів, який забезпечує високу інтенсивність та ефективність процесу при зменшенні енерговитрат та витрат на обладнання а також покращенні екологічних характеристик виробництва. Задача вирішується тим, що в відомому способі просочення капілярно-порозних матеріалів (КПМ) шляхом занурення в просочувальну рідину, відповідно винаходу заздалегідь перед зануренням КПМ підігривають до температури, вищої за температуру конденсації пара просочувальної рідини, потім обробляють перегрітою парою просочувальної рідини, або газом, що добре розчинюється в рідині, або швидко реагує з останньою а в якості просочуючої рідини використовують розчини та рідини технологічного призначення, що містять розподілені зважені нерозчинені частки, розплави металів і інших речовин.

При цьому має місце наступний новий ланцюжок операцій просочення капілярно - пористих матеріалів (КПМ):

- Підігрівання одним з відомих методів (в тому числі за рахунок продування перегрітими парами) КПМ до температури вище за температуру конденсації пар.

- Заміна важко розчиненого в просочувальній рідині газу, що знаходиться спочатку в порах КПМ, перегрітою парою, або добре розчиняємим чи швидкореагуючим з рідиною газом.

- Занурення КПМ із заповненими перегрітою парою або газом капілярами у відносно більш холодну просочувальну рідину.

- Конденсація пари (або розчинення чи реагування газу) в капілярах, що приводить до утворення в капілярах глибокого вакууму при збереженні нормального тиску в апараті для просочення.

- Заповнення капілярів рідиною за рахунок капілярних сил і вакууму всередині тупикових і квазитупикових капілярів.

Для реалізації даної технології просочення виробів з КПМ не потрібне складне апаратурно-технологічне оформлення (не використовується високий тиск або вакуум). Досить мати апарат, призначений для роботи при атмосферному тиску, з пристроями для завантаження/вивантаження і розміщення виробів, що просочуються, пристроями їх підігрівання одним з відомих методів (аеродинамічним, індукційним, конвективним та ін.). Крім того в схемі передбачається пристрій для випаровування і перегріву пар просочувальної рідини з блоком регулювання температури.

Для визначення напрямку інтенсифікації, а також вибору прийомів і методів впливу на процеси при просоченні

доцільно використати поняття чинник інтенсивності І.

Під інтенсивністю І будь-якого технологічного апарату (процесу) (в тому числі і просочення) розуміють відношення цільової кількісної характеристики Q, наприклад, продуктивність, до основної, частіше за все геометричної характеристики апарату (наприклад, об'єму робочої зони V).

Для інтенсифікації процесу просочення КПМ необхідно зменшувати залишковий тиск газової фази в капілярі, або створювати надмірний тиск в рідині, або поєднувати обидва прийоми. Однак, як показує практика, ці технологічні прийоми проведення процесу просочення КПМ не вирішують весь комплекс задач, оскільки непередбачувано знижується міра просочення, утрудняється управління процесом, для проведення цих стадій потрібне застосування дорогого і складного обладнання, пристосованого для роботи під вакуумом і тиском.

Запропонована технологія просочення вирішує головну проблему просочення (лімітуюча стадія) - швидке звільнення капілярів від заповнюючої їх на початку процесу газової фази (зокрема, повітря) шляхом її заміни іншою "зникаючою" фазою. Цією новою фазою, що витісняє (замінює) повітря в капілярах, може бути газ (пар), що конденсується в капілярах, або добре розчинюється в просочувальній рідині, або хімічно взаємодіє з нею. Тоді всередині капілярів створюється глибокий вакуум, що сприяє прискоренню процесу.

При реалізації технології, що пропонується, легко управляти процесами за допомогою варіювання значень залишкового тиску в капілярах (тобто наявності залишкової частки повітря) і підвищення тиску в рідині.

При реалізації запропонованої технології переважніше використання перегрітої, а не насиченої пари бо значно прискорюється перший етап, оскільки коефіцієнт дифузії перегрітих пар вищий ніж коефіцієнт дифузії насичених пар, після конденсації перегрітих пар глибина вакууму в капілярах буде вищою, ніж у разі насичених пар, при конденсації насичених пар утвориться більше конденсату, що може привести до небажаного розбавлення просочувальної рідини.

Запропонована технологія просочення КПМ дозволяє:

- збільшити швидкість (зменшити час) проведення процесу в декілька разів,
- спростити апаратне оформлення процесу просочення, оскільки не потрібні автоклави високого тиску або апарати, працюючі під вакуумом,
- обробляти відразу великі партії виробів з КПМ або вироби великих розмірів (наприклад, меблі без розбирання, будівельні конструкції, архітектурні споруди і т.п.), бо істотно знижуються вимоги до міцності і герметичності апаратів, де відбувається просочення КПМ,
- поліпшити екологічні показники процесу в зв'язку з скороченням необхідного часу проведення і збільшення інтенсивності, усунення необхідності уловлювання шкідливих речовин з викидів системи вакуумування,
- знизити капітальні і експлуатаційні витрати,
- забезпечити регульовану глибину (міру) просочення.

Наведемо приклад конкретного виконання запропонованого винаходу - просочення стеклотканини компаундом. Стеклотканина як матеріал для просочення вибрана не тільки для підвищення "чистоти" експерименту та можливості використання сучасних методів оптимізації, але й з урахуванням практичного розповсюдження виробництв, пов'язаних з просоченням стеклотканини.

Приклад

Лабораторна установка має просочувальну камеру, обладнану сорочкою, через яку з допомогою ультратермостата циркулює теплоносіє (гліцерин), термометром, патрубками для введення і виведення і подачі просочувальної рідини. Внутрішня частині кришки камери була забезпечена кріюками для підвіски зразків, що просочуються. Установка забезпечена також нагрівальним приладом, випарником, абсорберами з гліцерином, пароперегрівачем, вентилем для регулювання витрати пари, холодильником, дозатором, лабораторним автотрансформатором, за допомогою якого регулювалася температура, місткістю для зливу просочувального розчину.

У випарнику підігрівують спирт до температури кипіння. Пари спирту пропускають через пароперегрівач, на виході з якого термометром вимірюють температуру перегрітих пар. Перегріта пара поступає в просочувальну камеру, через сорочку якої циркулює гліцерин (теплоносіє) з температурою 112°C. З просочувальної камери перегріта пара поступає в холодильник, де конденсується і збирається в приймачі. Після пропарки зразка в течії заданого часу циркуляцію теплоносія через сорочку припиняють, перекривають подачу пари і через дозатор завантажують просочувальну рідину (компаунд) до повного занурення зразка, що просочується. Після просочення в компаунді в течії заданого часу, компаунд зливають через нижній штуцер, а зразок витягують з камери і висушують. Зразки стеклотканини заздалегідь гофрують.

Визначення режимних параметрів процесу.

Найбільш важливими режимними параметрами (чинниками), що визначають якість просочення, є:

- час обробки зразка паром X1 (мін),
- час витримки пропареного зразка в компаунді - X2 (хвилин),
- при обробці гофрованих виробів попередня розтяжка X3 (%).

Для визначення оптимальних параметрів процесу використали метод математичного планування експерименту. Задали граничні значення чинників і побудували матрицю планування експерименту на двох рівнях (max) і (min) по вищезгаданих чинниках.

Таблиця кодування змінних наведена нижче.

Таблиця 1

Чинники	X1 (мін)	X2 (мін)	X3 (%)
Нульовий рівень X=0	10	10	75
Інтервал варіювання	5	5	25
Нижній рівень X= -1	5	5	50
Верхній рівень X= +1	15	15	100

Потім складали матрицю експерименту типу 2^3 (таблиця 2).

Таблиця 2

№	X1	X2	X3
1	+	+	+
2	-	-	-
3	+	+	-
4	+	-	-
5	+	-	+
6	-	+	+
7	-	+	-
8	-	-	+

Результати експериментів приведені таблиці 3.

Таблиця 3

№	H0	H2	Y = H2-H0
1	6,3062	11,0488	4,7426 (43 %)
2	11,7368	15,9550	4,2182 (26 %)
3	12,3580	17,3919	5,0337 (29 %)
4	12,5628	17,3147	4,7535 (24 %)
5	6,5693	11,4791	4,9098 (44 %)
6	7,2498	13,1541	5,9043(45%)
7	11,5919	15,5609	3,969 (24 %)
8	5,1781	9,1293	3,95 (23 %)
9 (контрольний)	12,6475	17,5147	4,8235 (26 %)

Примітка: У якості функції відгуку приймали приріст зразка, що просочився, виражений в процентах до кінцевої ваги.

Продублював досліди в точках 3, 5, 7, 8, отримали відповідно $Y_3=27\%$, $Y_5=45\%$, $Y_7=28\%$, і $Y_8=22\%$.

Після обробки цих даних відомими методами математичної статистики отримали поліноміальне рівняння: $Y=34,75+2,75X_1+3X_2+6,5X_3$.

Всі отримані по розрахунку коефіцієнти регресії виявилися значущими і оптимальними параметрами процесу потрібно вважати: час пропарки зразка - 10хв., час просочення – 10хв., попередня розтяжка зразка не менше за 50%.

Таким чином, переваги даного способу в порівнянні з прототипом полягають у спрощенні технологічного процесу, досягненні високих технологічних та екологічних показників, зменшенні витрат на обладнання.

Що стосується просочення деревини, то ці процеси трудомісткі, тому що проникненню рідини перешкоджає повітря, яке заповнює пори, що є в будь-якому виробі з дерева Навіть для одношарової фанери товщиною від 0,3 до 0,8мм, просочення смолою триває 1 годину у відкритому резервуарі і 30 хвилин при тиску 0,4-0,8МПа. Новий метод усуває використання вакууму або обладнання високого тиску і може зажадати тільки незначні зміни в існуючому обладнанні. Основою є проста підготовка дерева і виробів безпосередньо перед просоченням. Попередня обробка приводить до видалення повітря, що знаходиться в порах, за рахунок нагріву матеріалу, введення і потім видалення певного газу. Це включає в процес кожну пору і приводить до їх миттєвого і повного заповнення протягом подальшого занурення. Технологічний газ і параметри обробки унікальні і адаптовані для кожної системи. У експериментах із залізничними шпалами глибина проникнення антисептичного розчину за один цикл була збільшена в 1,7-2,2 рази в залежності від різновиду дерева.

При всесвітньому щорічному об'ємі деревини, що оцінюється приблизно в $1,000,000,000\text{м}^3$, просочення навіть невеликої частини дасть значний прибуток і дозволить зменшити техногенне навантаження на навколишнє середовище завдяки зменшенню кількості необхідних хімікарій і поліпшенню якості кінцевих продуктів.

Будь-який завод, який обробляє дерево і виробляє, може використати новий спосіб просочення. Процес прокладає шлях появі нових, екологічно дружніх матеріалів, заснованих на використанні дерева (наприклад, деревина, що просочилася поліетиленом, тефлоном, ПЕТ). Інший підхід до захисту навколишнього середовища - це виготовлення будматеріалів, меблів і т.д., з використанням відходів харчової промисловості і сільського господарства, типу лушпиння сім'я соняшника, жома цукрового буряка, шкаралупи горіхів, вати і т.д.

Запропонований винахід відноситься до поширених промислових технологій просочення капілярно-пористих матеріалів рідинами і може бути використаний в хімічній, авіаційній, суднобудівній та інших галузях промисловості. Як капілярно-пористі матеріали, що просочуються, можуть бути: папір, картон, деревина (конструкційні елементи, залізничні шпали, паркет і ін., пористі металеві матриці, тканини, пластини електродів акумуляторів, зерна пористого каталізатора, обмотки статорів і роторів електродвигунів, електролітичні конденсатори та ін. Як рідини можуть бути використані водні середовища, що містять розчинені або у вигляді диспергованих часток речовини технологічного призначення, які повинні бути доставлені в капіляри і пори, розчинники, розплави металів і інших речовин.