



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **98515** (13) **C2**
(51) МПК
G01N 33/46 (2006.01)
G01L 1/26 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

| | |
|--|---|
| (21) Номер заявки: а 2010 06276 | (72) Винахідник(и): Кшивецький Богдан Ярославович (UA), Бехта Павло Антонович (UA) |
| (22) Дата подання заявки: 25.05.2010 | (73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ, вул. Ген. Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна (UA) |
| (24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.05.2012 | (74) Представник: Йойко Віра Володимирівна, реєстр. №0 |
| (41) Публікація відомостей про заявку: 10.01.2011, Бюл.№ 1 | (56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: HAMEED M., ROFFAEL E. (Institut fur Holztechnologie und Holzbiologie der Universitat Gottingen, Busgenweg 4, 37077 Gottingen, Germany) Влияние анатомического направления пропила на склеиваемость заболони и сердцевины сосновой древесины. Voruntersuchungen zum EinfluSS der anatomischen Schnitttrichtung auf die Verleimbarkeit des Splint- und Kernholzes der Kiefer (P. sylvestris L.) Holz Roh- und Werkstoff. - 58 (2000). OZDEMIR T., HIZIROGLU S. Evaluation of surface quality and adhesion strength of treated solid wood // Journal of Materials Processing Technology. - 2007. - № 186 (1-3). - Рр. 311-314. ФРЕЙДИН А.С., ВУБА К.Т. Прогнозирование свойств клеевых соединений древесины. - М.: Лесн. Пром- сть, 1980. - С. 124-129, 132-137. RU 2261640 C1, 10.10.2005 |
| (46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.05.2012, Бюл.№ 10 | |

(54) СПОСІБ ПРОГНОЗУВАННЯ МІЦНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ З'ЄДНАНЬ ДЕРЕВИНИ КЛЕЯМИ НА ОСНОВІ ПОЛІВІНІЛАЦЕТАТУ

(57) Реферат:

Спосіб прогнозування міцності та довговічності клейових з'єднань деревини клеями на основі полівінілацетату шляхом неруйнівного їх контролю включає визначення міцності та довговічності за математичними моделями з врахуванням ступеня навантаження клейового з'єднання, породи деревини, температури в діапазоні від -16°C до +26°C та вологості навколишнього середовища в інтервалі від 40 % до 100 %. Забезпечується мінімальна тривалість процедури прогнозування міцності та довговічності.

UA 98515 C2

Винахід належить до деревообробної промисловості і може бути використаний у столярно-будівельному, паркетному та меблевому виробництвах.

Клейові з'єднання на основі полівінілацетату належать до з'єднань з низькою водо-, вологостійкістю і експлуатуються в конструкціях без навантаження або у виробках без різких температурно-вологісних коливань. Разом з тим клейовий шов на основі полівінілацетатних клеїв є еластичним та екологічно чистим, що робить перспективним їх використання у

деревообробному та меблевому виробництвах. При експлуатації у атмосферних умовах без навантаження на клейові з'єднання впливають вологість, температура, кисень, що є у повітрі, ультрафіолет, радіація тощо. Саме ці фактори і є визначальними при вивченні та прогнозуванні міцності та довговічності клейових з'єднань. Тому прогнозувати міцність та довговічність клейових з'єднань без навантаження є досить складно, оскільки потрібно враховувати вплив цих атмосферних факторів, які неможливо наперед задати або визначити.

Існують способи прогнозування довговічності деревинних клейових з'єднань без врахування тривалих навантажень і з тривалими навантаженнями [Фрейдин А.С. Прочность и долговечность клеевых соединений. - М.: Химия, 1981. - С. 258-270]. Перший спосіб використовується частіше, але має обмеження, оскільки не враховує навантаження. Другий враховує зовнішні навантаження, але не завжди враховує атмосферний вплив.

Прогнозувати міцність та довговічність клейових з'єднань деревини без врахування тривалих навантажень або з тривалими навантаженнями можна за ступенем руйнування деревини, за даними теплового старіння [Хрулев В.М. Долговечность клееной древесины. - М.: Лесн. пром-сть, 1972. - С. 104-115], графічно, маючи при цьому результати досліджень зміни міцності клейових з'єднань, отримані тривалими випробуваннями у атмосферних умовах, і результати досліджень, отримані пришвидшеними методами у лабораторних умовах та їх порівнянням, екстраполяцією отриманих результатів досліджень при обмежених тривалих випробуваннях [Фрейдин А.С., Вуба К.Т. Прогнозирование свойств клеевых соединений древесины. - М.: Лесн. пром-сть, 1980. - С. 108-190.] та за допомогою математичних моделей і діаграм [Патент на корисну модель № 45134 Кшивецький Б.Я., Бехта П.А. "Спосіб прогнозування довговічності клейових з'єднань деревини дуба клеями на основі полівінілацетату", та Позитивне рішення на видачу патенту від 12 січня 2010 року, реєстраційний номер u 200909927 Кшивецький Б.Я., Бехта П.А. "Спосіб прогнозування довговічності клейових з'єднань деревини сосни клеями на основі полівінілацетату"].

Дослідження зміни міцності з'єднань деревини клеями на основі полівінілацетату тривалими випробуваннями у атмосферних умовах та прогнозування його міцності та довговічності за існуючими способами передбачає: приготування зразків з деревини відповідної форми та розмірів; приготування клею; приготування стенда для випробувань зразків у атмосферних умовах; склеювання зразків деревини; фіксування протягом експерименту атмосферних факторів (мінімальної, максимальної і середньозваженої температури та вологості); огляд зразків через певні проміжки часу з фіксацією зміни їх зовнішнього вигляду, розмірів та форми; випробування склеєних зразків із фіксацією даних у журналі спостережень; статистична та математична обробка результатів експериментальних досліджень; побудова математичної моделі для прогнозування міцності та довговічності.

В основу винаходу поставлено задачу запропонувати спосіб прогнозування міцності та довговічності з'єднань деревини клеями на основі полівінілацетату, в якому завдяки тому, що міцність і довговічність прогнозують за математичними моделями з врахуванням ступеня навантаження клейового з'єднання, температури в діапазоні від -16 °C до +26 °C та вологості навколишнього середовища в інтервалі від 40 % до 100 % та породи деревини, забезпечується мінімальна тривалість процедури прогнозування міцності та довговічності.

Поставлена задача вирішується тим, що згідно з винаходом прогнозування міцності та довговічності клейових з'єднань деревини здійснюється за допомогою математичних моделей, з врахуванням ступеня навантаження клейового з'єднання, температури в діапазоні від -16 °C до +26 °C та вологості навколишнього середовища в інтервалі від 40 % до 100 %, породи деревини.

Спосіб здійснюється наступним чином.

Міцність клейового з'єднання деревини з використанням клеїв на основі полівінілацетату залежно від породи деревини, температури та вологості при експлуатації прогнозують за формулою, одержаною на основі аналізу існуючих способів прогнозування довговічності клейових з'єднань та отриманих експериментальних результатів тривалих атмосферних випробувань зміни міцності з'єднань для різних порід деревини (дуб, сосна, береза тощо)

клеями на основі полівінілацетату із ступенем навантаження D1 D4 відповідно до Європейського стандарту DIN EN-204, має такий загальний вигляд:

$$\sigma = k \cdot (-A \cdot T + B \cdot W \cdot e^{-C \cdot \tau}), \quad (1)$$

де: σ - міцність клейового з'єднання залежно від породи деревини, температури, вологості та тривалості експлуатації, МПа;

5 k - коефіцієнт, який враховує породу деревини, для дуба $k=1,0$;

A, B, C - коефіцієнти апроксимації;

T - температура навколишнього середовища, °C (від -16 °C до +26 °C);

W - вологість навколишнього середовища, % (від 40 % до 100 %);

τ - довговічність, діб.

10 З врахуванням значень коефіцієнтів апроксимації формула (1) набуде наступного вигляду: для клею із ступенем навантаження D4:

$$\sigma = k \cdot (-0,024 \cdot T + 0,1151 \cdot W \cdot e^{-0,00205 \cdot \tau}), \quad (2)$$

для клею із ступенем навантаження D1:

$$\sigma = k \cdot (-0,0006 \cdot T + 0,1372 \cdot W \cdot e^{-0,0082 \cdot \tau}). \quad (3)$$

15 У табл. на основі даних експериментальних досліджень та розрахунків, виконаних за математичною моделлю, наведено порівняльні дані значень міцності клейових з'єднань для деревини дуба, склеєних клеями на основі полівінілацетату із ступенем навантаження D1 та D4. Дані, наведені у табл. 1, свідчать про добру збіжність результатів, отриманих експериментальним шляхом та за математичною моделлю (розбіжність складає 6-9 %).

20 Для прогнозування довговічності з'єднань деревини, склеєних клеями на основі полівінілацетату із ступенем навантаження D1 та D4 залежно від середньозваженої (добової, тижневої, місячної, кварталної, річної) температури та вологості за допомогою математичних перетворень моделі (1) отримано модель (4):

$$\tau = \frac{1}{C} \cdot \ln \left(\frac{k \cdot B \cdot W}{\sigma_{\text{гран}} + k \cdot A \cdot T} \right), \quad (4)$$

де τ - довговічність, діб;

$\sigma_{\text{гран}}$ - мінімальна гранична міцність з'єднання, яка становить 0,5 МПа.

25 Значення міцності $\sigma_{\text{гран}}=0,5$ МПа було встановлено експериментально за ознаками появи перших ознак розшарування [В. М. Хрулев Долговечность клеевых соединений древесины. - М.: Гослесбумиздат, 1962. - С. 87-95]. Ці ознаки виникають тоді, коли міцність клейового з'єднання на будь-якій ділянці знижується до нуля.

Таблица

Міцність з'єднань деревини, склеєних клеями на основі полівінілацетату

| Порода деревини | Ступінь навантаження | Період, за який визначали міцність клейового з'єднання | Міцність склеювання, МПа | |
|-----------------|----------------------|--|---|-------------------------|
| | | | За тривалими атмосферними дослідженнями | За математичною моделлю |
| Дуб | D4 | Міцність зразків до випробувань 11,34 МПа | | |
| | | Від 0 до 6 місяців | 7,94 | 7,88 |
| | | Від 6 до 12 місяців | 5,56 | 4,90 |
| | | Від 12 до 18 місяців | 3,63 | 3,67 |
| | | Від 18 до 24 місяців | 2,67 | 2,14 |
| | | Від 24 до 30 місяців | 1,52 | 1,74 |
| | | Від 30 до 36 місяців | 0,85 | 0,84 |
| Дуб | D1 | Міцність зразків до випробувань 11,65 МПа | | |
| | | Від 0 до 6 місяців | 5,37 | 5,83 |
| | | Від 6 до 12 місяців | 1,25 | 1,21 |
| | | Від 12 до 18 місяців | 0,31 | 0,30 |
| | | Від 18 до 24 місяців | Зразки розшарувались | |
| | | Від 24 до 30 місяців | Зразки розшарувались | |
| | | Від 30 до 36 місяців | Зразки розшарувались | |

Експлуатація клейових з'єднань деревини у конструкціях, які несуть навантаження (несучих, будівельних тощо), обмежується часом, протягом якого міцність клейового шва знижується до величини, близької до відповідного мінімуму, який встановлюється стандартами на клейову продукцію.

5

З врахуванням значень коефіцієнтів апроксимації формула (4) набуде наступного вигляду: для клею із ступенем навантаження D4:

$$\tau = \frac{1}{0,00205} \cdot \ln \left(\frac{k \cdot 0,1151 \cdot W}{\sigma_{\text{гран.}} + k \cdot 0,024 \cdot T} \right), \quad (5)$$

для клею із ступенем навантаження D1:

$$\tau = \frac{1}{0,0082} \cdot \ln \left(\frac{k \cdot 0,1372 \cdot W}{\sigma_{\text{гран.}} + k \cdot 0,0006 \cdot T} \right), \quad (6).$$

Запропонована модель (1), яка отримана на основі трирічних безперервних випробувань у атмосферних умовах клейових з'єднань деревини, дає змогу прогнозувати міцність з'єднань деревини, склеєних клеями на основі полівінілацетату із ступенем навантаження D1 та D4 залежно від породи деревини, зміни вологості та температури при експлуатації, а модель (4) - прогнозувати довговічність даних клейових з'єднань залежно від заданої температури та вологості навколишнього середовища.

10

Отже, задаючи породу деревини, ступінь навантаження клейового з'єднання, температуру та вологість при експлуатації, можна неруйнівним способом прогнозувати міцність та довговічність клейових з'єднань деревини, склеєних клеями на основі полівінілацетату із ступенем навантаження D1 та D4.

15

20 ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб прогнозування міцності та довговічності клейових з'єднань деревини клеями на основі полівінілацетату шляхом неруйнівного їх контролю, який **відрізняється** тим, що прогнозування міцності та довговічності здійснюють за математичними моделями з врахуванням ступеня навантаження клейового з'єднання, породи деревини, температури в діапазоні від -16 °C до +26 °C та вологості навколишнього середовища в інтервалі від 40 % до 100 %, а саме:

25

прогнозування міцності σ (МПа) за математичною моделлю

$$\sigma = k \cdot (-A \cdot T + B \cdot W \cdot e^{-C \cdot \tau}),$$

прогнозування довговічності τ (діб) за математичною моделлю

30

$$\tau = \frac{1}{C} \cdot \ln \left(\frac{k \cdot B \cdot W}{\sigma_{\text{гран.}} + k \cdot A \cdot T} \right),$$

де k - коефіцієнт, який враховує породу деревини;

A, B, C - коефіцієнти апроксимації;

T - температура навколишнього середовища, °C;

W - вологість навколишнього середовища, %;

35

$\sigma_{\text{гран.}}$ - мінімальна гранична міцність з'єднання, МПа;

для клею із ступенем навантаження D4: $A = 0,024$; $B = 0,1151$; $C = 0,00205$;

для клею із ступенем навантаження D1: $A = 0,0006$; $B = 0,1372$; $C = 0,0082$.