

УДК 684.4.04

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕРЕВНОВОЛОКНИСТИХ ПЛИТ СЕРЕДНЬОЇ ЩІЛЬНОСТІ

Бойко Л.М., доцент, О.В. Анциферова, аспірант
(НУБіП України)

Наведено аналіз існуючих методів визначення довговічності композиційних матеріалів на основі деревини, обґрунтовано необхідність вивчення та пропонується підхід до вивчення довговічності деревноволокнистих плит середньої щільності.

Деревиноволокниста плита середньої щільності (англ. MDF – Medium Density Fiberboard) виготовлена промисловим способом у 1965 р. Нині плити MDF застосовуються у виробництві корпусних меблів, торгового обладнання, дверей, під час виготовлення фасадів, стільниць, корпусів акустичних систем, а також MDF використовують у будівництві: стінові панелі, стелі [0]. Широке застосування плит MDF пояснюється тим, що цей матеріал близький за характеристиками до натуральної деревини, але при цьому він значно дешевший та має ряд переваг, серед яких можна виділити основні: плити легкі у фрезеруванні, можливе одержання деталей гнутої форми, а також поверхня плит легко опоряджується ПВХ-плівками, фарбою та шпонується.

У меблевому виробництві найчастіше застосовуються плити MDF наступної товщини: 10 мм, 16 мм, 19 мм та 28 мм, при чому плита MDF товщиною 28 мм застосовується у якості кришок для столів, можуть виготовлятися також вертикальні та горизонтальні стінки корпусних виробів, царг ліжок. Плита MDF товщиною 10 мм застосовується наразі як наповнення у розсувних системах, а плити товщиною 16 та 19 мм найбільшого

застосування набули у якості фасадів для меблів. Тому постає питання визначення довговічності матеріалу при заданих умовах експлуатації.

Під час проведення дослідження літературних джерел встановлено, що довговічність плит MDF у конструкціях меблевих виробів майже не вивчалася. Питання довговічності плитних матеріалів досить ґрунтовно вивчалось на території Російської Федерації у будівельній галузі такими вченими як Ярцевим В.П., Кисельовою О.А. та Кольцовим П.М. Зокрема за роботою [2] процес руйнування полімерів включає стадії: збудження і розрив хімічних зв'язків в основному ланцюгу з утворенням пар вільних радикалів, які потім руйнуються; утворення зародкових тріщин; їх накопичення і ріст; утворення магістральної тріщини; розвиток магістральної тріщини до критичної довжини, після чого тіло руйнується за короткий час зі швидкістю, яка наближається до швидкості звуку, тобто відбувається розповсюдження поперечних пружних хвиль у твердому тілі. Широкого розповсюдження у минулі роки набули моделі теорії довготривалої міцності, які враховують накопичення пошкоджень. Л.М. Качановим [3] такий підхід був запропонований для руйнувань при повзучості. Ступінь пошкоджуваності характеризується параметром φ , який дорівнюватиме 1 для матеріалу, який непошкоджений і $\varphi = 0$ у момент руйнування. Під час розтягу кінетичне рівняння міцності конструкційного матеріалу набуває вигляду:

$$\frac{d\varphi}{dt} = -A \cdot \left(\frac{\sigma_{\max}}{\varphi} \right)^n \quad (1.1)$$

де: A – постійний коефіцієнт;
 n – показник утворення тріщин.

Під дією постійного напруження σ для визначення довговічності матеріалу, з рівняння (1.1), отримано вираз:

$$\tau = \frac{1}{(n+1) \cdot A \cdot \sigma^n} \quad (1.2)$$

Вчений Ю.М. Работнов [4] пропонував ввести у рівняння повзучості функцію пошкоджуваності $\omega = 1 - \varphi$, где φ – має той же самий зміст, що і у рівнянні (1.1). Але в наведених роботах пошкоджуваність пояснюється як абстрактна величина з неясним фізичним змістом. А.Р. Ржаніцин [5] також вважає, що краще розглядати не пошкоджуваність, а об'єктивну міцність r та її вимірювання у часі:

$$r = f(\eta, \sigma) \quad (1.3)$$

де: σ – навантаження, МПа;
 r – міцність у момент руйнування, МПа;
 η – рівень навантаження

При таких підходах виходить, що всі попередні процеси, на які витрачається час, є якби вторинними, а саморуйнування настає під час досягненні критичного навантаження чи граничної деформації. Однак, якщо руйнування настає під час досягнення якоїсь критичної величини, то стає не досить ясным, як час зв'язаний з процесом руйнування. Якщо ж навпаки, розглядати руйнування, як процес, який розвивається у часі, то втрачається сенс критичного навантаження. З рівняння, яке запропонував проф. С.М. Журков [7] витікає, що процес руйнування є результатом неперервного процесу, що розвивається у часі. Інтенсивність залежить від навантаження та температури, а середня швидкість руйнування експоненціально зростає зі збільшенням навантаження і температури. Розгляд цього процесу у кінетиці привів до створення відомої залежності [7]:

$$\tau = \tau_0 \cdot e^{\frac{V_0 - \gamma \sigma}{kT}} \quad (1.4)$$

де: τ_0 – постійна, близька за значенням до періоду коливання атомів ($\approx 10^{-12}$ с);

V_0 – енергія активації елементарного акту процесу руйнування при відсутності навантаження;

k – постійна Больцмана;

γ – коефіцієнт, який залежить від природи та структури матеріалу;

T – абсолютна температура;

σ – навантаження.

Фізичний сенс цієї формули заснований на термоактиваційній теорії міцності, яка постулює, що руйнування представляє собою кінетичний, термоактиваційний процес поступового накопичення пошкоджень, що розвивається на всьому проміжку дії навантаження. Теплові флуктуації не тільки забезпечують розрив зв'язків, але і протікання елементарних міжатомних і міжмолекулярних перегрупувань, а механічні напруження знижують енергетичний бар'єр для цього процесу. Для деревини ця залежність знайшла своє обґрунтування у роботах проф. Іванова Ю.М. [9]. Отримана Івановим Ю.М., на основі гіпотези Журкова С.М., формула у напівлогарифмічних координатах придатна для практичного використання і має наступний вигляд:

$$\sigma = \sigma_0 - a \cdot \lg \tau \quad (1.5)$$

де: σ_0 – навантаження при $\lg \tau = 0$ в МПа; $a = \frac{2,3 kT}{\gamma}$;

Також висунута С.М. Журковим та Г.М. Бартєневим концепція температурно-часової залежності тривалої міцності, по суті дозволила зв'язати довготривалу міцність твердого тіла з характеристиками молекулярної будови.

Це положення підтверджено на полімерних волокнах і похідних целюлози, що дає принципову основу для застосування її до деревинних композиційних матеріалів. Так як плита MDF складається з деревних волокон, а волокна з целюлози та її похідних, це дає можливість використовувати кінетичну теорію для визначення довговічності деревинних композиційних матеріалів.

Дослідження довговічності композиційних матеріалів на основі деревини а саме стружкових плит (СП) впродовж останніх 8 років проводяться у Житомирському Технологічному Університеті кандидатами технічних наук Л.М. Бойко та С.М. Кульманом під керівництвом доктора технічних наук І.Г. Грабара. Внаслідок цих досліджень була визначена модель поведінки граничного стану СП під дією довготривалого навантаження, та розроблена методика прискорених випробувань композиційних плитних матеріалів на основі деревини на довговічність та працездатність [10].

Цілком логічним продовженням цих досліджень та розвиток цієї розробленої методики випробувань на довговічність під час вивчення MDF як конструктивного матеріалу. При цьому довговічність плит MDF у конструкціях меблів на першому етапі планується досліджувати за ДСТУ EN 310:2003 у плоскому напруженому стані (на згин).

Враховуючи всі переваги та екологічність плит MDF неважко передбачити, що споживачі будуть надавати йому перевагу перед стружковими плитами під час замовлення корпусних меблів. Створення не трудомісткої методики прогнозування довговічності дозволить виробникам зменшити матеріалоемність виробів з MDF, а споживачів забезпечить якісними і недорогими меблями.

Список літератури

1. МДФ, что такое МДФ? . – [Электронный ресурс] : Режим доступа <http://mebliwood.com.ua/wiki/mdf.html>
2. Ярцев В. П. Физико-технические основы работоспособности органических материалов в деталях и конструкциях : дис. д-ра техн. наук : 05.23.05/ В.П. Ярцев. – Воронеж, 1998 – 363 с.
3. Качанов Л.М. Основы механики разрушения / Л.М. Качанов. – М.: Наука, 1974 – 207 с.
4. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций / Ю.Н. Работнов – М.: Наука, 1966 – 752 с.
5. Ржаницын А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность / А.Р. Ржаницын – М.: Стройиздат, 1978 – 240 с
6. Физика полимеров / Бартенев Г.М., Френкель С.Я. / под ред. д-ра физ.-мат. Наук А.М. Ельяшевича. – Л.: Химия, 1990. – 731 с.
7. Иванов Ю.М. Оценка длительной прочности древесины при изгибе по результатам кратковременных испытаний / Ю.М. Иванов, Ю.Ю. Славик // Известия вузов «Лесной журнал», 1981 - №2 – с. 6-15

8. Патент на корисну модель № 46493 Україна, МПК G01D 3/00. Спосіб випробовування довговічності кутових з'єднань корпусних меблів / С.М Кульман, Л.М. Бойко. – Номер заявки u 2009 06787; заявл. 30.06.2009; опубл. 25.12.2009, Бюл. № 24.

Аннотация

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ СРЕДНЕЙ ПЛОТНОСТИ

Бойко Л.М., Анциферова О.В.

Приведен анализ существующих методов определения долговечности композиционных материалов на основе древесины, обоснована необходимость изучения и предлагается подход к изучению долговечности древесноволокнистых плит средней плотности.

Abstract

INVESTIGATION OF DURABILITY MEDIUM DENSITY FIBERBOARD

Boyko L.M., Antsyferova O.V.

The analysis of the existing methods for determining the durability of composite wood-based reasonably neohidnist study and an approach to the study of the durability of medium density fibreboard.