

интенсивности горения древесины, огнезащищенной покрытием, наглядно подтверждает достоверность разработанной модели.

**Ключевые слова:** огнестойкость, покрытия, древесина, потеря массы, обугливание, температура, пламя, обработки поверхности.

### MODEL OF INTUMESCENT WOOD COATINGS

Ju. Tsapko, A. Tsapko, G. Inozemcev, I. Grabar

**Annotation.** The physical model of wood ignition process and its mathematical interpretation, which feature is the presence of discharge capacity (absorption) of heat by the thermal decomposition of the material and the index of the rate of thermal expansion slowing combustion reactions in the application of fire-retardant coating. The solution to this problem of the analytical method. It was revealed that the untreated wood material passes fast ignition process and the evolution of considerable heat, flame retardancy to wood temperature below the ignition temperature of wood. To establish the effectiveness of the application of fire retardant coating studies were conducted to determine the flammability of wood group in terms of weight loss and increase the flue gas temperature, and found that in the processing of wood coatings mass loss does not exceed 5%, and the temperature does not exceed 160 ° C. Experimental studies have established that after placing the wood sample in the test chamber, begins its ignition temperature with a significant allocation, but the flame retardancy of the sample timber is a gradual decrease in temperature, ie fixed coating operation, and therefore decrease the intensity of the burning wood fire resistant coating, clearly confirms the accuracy of the developed model.

**Keywords:** fire, coating, timber weight loss, charring, the temperature of the flame, the surface treatment.

УДК 684.4.04

### ЕКСПРЕС-МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМОАКТИВАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ ДОВГОВІЧНОСТІ ВИРОБІВ ІЗ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ДЕРЕВИНИ

М. Г. ЧАУСОВ, доктор технічних наук

Л. М. БОЙКО, кандидат технічних наук

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

І. Г. ГРАБАР, доктор технічних наук

*Житомирський національний агроекологічний університет*

**Анотація.** На основі уявлень механіки руйнування досліджено питання визначення термоактиваційних параметрів матеріалів (ТАП) на основі деревини. На прикладі основного рівняння Журкова показано можливість створення експрес-методу визначення ТАП. Кінетичне уявлення про механізм руйнування дає можливість розраховувати

*працездатність, прогнозувати довговічність матеріалів та конструкції на їхній основі, а також розробляти нові методи випробувань, проектувати нові матеріали та вироби.*

*Прогнозування довговічності матеріалів для корпусних меблів полягає у проведенні випробувань зразків, до яких прикладають зростаюче навантаження аж до їх руйнування. Випробування проводять за чотирьох фіксованих значень температури і постійної швидкості зростання навантаження. При цьому фіксують час до руйнування кожного зразка.*

*Значення термоактиваційних параметрів визначають на підставі результатів проведених випробувань шляхом вирішення запропонованої системи рівнянь, яка замикає відоме рівняння Журкова.*

*Отже, використання експрес-методики дає змогу прогнозувати довговічність деталей із ламінованої ДСП під час конкретних умов їх експлуатації. Результат прогнозу може бути використан як об'єктивний критерій працездатності як під час оптимізації вже наявних меблевих виробів, так і при конструюванні нових.*

*Наведено приклади застосування методу для конкретних композиційних матеріалів на основі деревини. Трудомісткість методу набагато менша, аніж традиційні способи визначення термоактиваційних параметрів, за збереження практично тієї самої точності їхнього визначення.*

**Ключові слова:** *кінетична теорія міцності, способи визначення енергії активації, експрес-метод визначення термоактиваційних параметрів.*

Фундаментальні дослідження фізики руйнування, що були засновані школою професора С. М. Журкова, розвивалися в роботах Р. В. Регеля та А. І. Слуцкера [1], В. А. Борисенка [2], І. Г. Грабара [3] та інших авторів [4].

Кінетичне уявлення про механізм руйнування дає можливість розраховувати працездатність, прогнозувати довговічність матеріалів, конструкцій, розробляти нові методи випробування, проектувати нові матеріали та вироби.

Інтегральною характеристикою кінетичного процесу є довговічність  $\tau$  – час від моменту прикладання навантаження до моменту руйнування тіла. Експериментально дослідивши роль температури, професор С. М. Журков вивів формулу довговічності, яку названо його ім'ям [5]:

$$\tau = \tau_0 \exp \left[ \frac{U_0 - \gamma \sigma}{RT} \right], \quad (1)$$

де  $\tau$  – час до руйнування (довговічність), с;  $\tau_0$  – період коливання атомів у твердому тілі, с;  $U_0$  – ефективна енергія активації руйнування, кДж/моль;  $\gamma$  – структурно-механічна константа, кДж/(моль×МПа);  $R$  – універсальна газова стала, кДж/(моль×К);  $\sigma$  – напруження, МПа;  $T$  – температура, К.

Визначення термоактиваційних параметрів (ТАП), які входять у формулу (1), згідно з ранніми методиками полягали у визначенні часу до

руйнування залежно від постійного навантаження і зворотної температури. Оскільки навантаження встановлювалася постійної, то період до руйнування становив значну величину, що є досить трудомістким завданням.

Для застосування термоактиваційного аналізу за короточасного навантаження з постійною швидкістю деформування І. Г. Грабар [3] встановив стійкість енергії активації, дослідив закономірності еволюції активаційного об'єму в широкому діапазоні температур і швидкостей деформування для малопластичних та пластичних матеріалів і одержав замкнену систему рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau_p = \tau_0 \exp \frac{U_0 - \gamma \sigma_e}{RT} \\ \sigma_e = \sigma_B (1 + \delta) r \\ \delta = \int_0^{\tau_p} \dot{\varepsilon} d\tau \\ r = \beta^{-1} \int_0^1 \exp \left[ \beta \cdot f\left(\frac{\tau}{\tau_p}\right) \right] d\tau \\ \beta = \frac{\gamma \sigma_B}{RT} \\ U_0 \cong RT_s \ln \frac{1}{\tau_0}; t = \frac{t}{\tau_p} \end{array} \right. \quad (2)$$

де  $\sigma_e$  – еквівалентне стаціонарне напруження,  $r$  – еквівалентний множник,  $\beta$  – безрозмірний параметр,  $f\left(\frac{\tau}{\tau_p}\right)$  – функція зміцнення.

Система дала змогу в першому наближенні розв'язати ряд інженерних задач і, насамперед, задачу прогнозування  $\sigma_B(T, \dot{\varepsilon})$  за обмеженою базою експериментальних даних (за однією кривою деформування, одержаною за заданих  $T$  та  $\sigma$ ), а також експрес-прогнозування довготривалої міцності за результатами короточасних випробувань.

Ця методика з достатнім ступенем вірогідності дає змогу визначати ТАП, як правило, для ОЦК і ГЦК металів.

Однак застосування даної методики для полімерних композиційних матеріалів стикається з протиріччям закладеними в формулах (1,2), яка пов'язана з досить низькою в порівнянні з металами температурою їх плавлення (деструкції).

Тому завдання розробки нетрудомісткої і швидкої методики визначення термоактиваційних параметрів для композиційних матеріалів на основі деревини є досить актуальною.

**Мета дослідження** – розробка експрес-методики визначення ТАП під час прогнозування довговічності виробів із композиційних матеріалів на основі деревини.

**Матеріали дослідження.** Досліджувалися фенол-формальдегідні ламіновані стружкові плити виробництва українського заводу Кроноспан щільністю  $750 \text{ кг/м}^3$ , емісія вільного формальдегіду по класу Е1. Зразки розміром  $450 \times 50 \text{ мм}$  вирізалися з одної плити розміром  $2750 \times 1830 \times 10 \text{ мм}$ . Перед визначенням вхідних механічних властивостей зразки витримувалися 24 години при температурі  $20^\circ\text{C}$  і вологості повітря 65%. Механічні властивості зразків при стандартних умовах були наступними: щільність  $757 \pm 8 \text{ кг/м}^3$ ; ширина  $50 \pm 0,2 \text{ мм}$ ; товщина  $10 \pm 0,1 \text{ мм}$ ; межа міцності  $20,5 \pm 1,5 \text{ МПа}$ ; модуль пружності  $2520 \pm 15 \text{ МПа}$ . Експеримент складався з чотирьох серій випробувань. У кожній серії по 20 зразків при температурах:  $293^\circ\text{K}$ ,  $308^\circ\text{K}$ ,  $323^\circ\text{K}$ ,  $353^\circ\text{K}$ . Швидкість деформації  $2 \text{ мм/хв}$ . Випробування проводилися на базі стандартної розривної машини моделі Р-5 за методикою визначення межі міцності та модуля пружності під час згину згідно ГОСТ 10635-88 «Плиты древесно-стружечные. Методы определения предела прочности и модуля упругости при изгибе».

Зразки встановлювалися на опори випробувального пристрою за відмітками так, щоб поздовжня вісь зразка була перпендикулярна осям опор, а поперечна вісь перебувала в одній вертикальній площині з віссю. Відміну від стандартної процедури зразки, що випробовувалися разом з опорами та навантажувальним пристроєм розташовувалися у термокамері з можливістю зміни температури.

**Методика дослідження** передбачала вивчення особливостей застосування кінетичної природи міцності твердих тіл для композиційних матеріалів на основі деревини.

З формули (1) випливає, що стан речовини є незмінним, тому параметри у всьому діапазоні температур і навантажень є незмінними. Проте для кожної речовини існує гранична температура, після досягнення якої відбувається розпадання її на фрагменти. Цій граничній температурі відповідає положення полюса. С. Я. Френкель обґрунтував [5], що  $\frac{1}{T_m} \neq 0$  і

$\tau_m \neq 10^{-13} \text{ с}$ , а  $U_0$  не є дійсною енергією активації. На думку С. Я. Френкеля,  $\tau_m$  відповідає коливанням хімічно незв'язаних атомів або молекул у реальних решітках. Однак структура полімеру дискретна, тобто в реальний процес руйнування «зав'язані» різні релаксаційні процеси, що визначають переміщення або розпад елементів структури різної величини. Тому  $\tau_m$  є розміщеним у великому діапазоні часу, а не дорівнює  $10^{-13} \text{ с}$ . У формулі (3) С. Б. Ратнер і В. П. Ярцев [5] фізично обґрунтували четвертий параметр для полімерних матеріалів  $T_m$ , після чого вона набула вигляду:

$$\tau = \tau_m \exp \left[ \frac{U_0 - \gamma \sigma}{R} (T^{-1} - T_m^{-1}) \right], \quad (3)$$

де  $T_m$ ,  $U_0$ ,  $\gamma$  і  $T_m$  – фізичні (термоактиваційні) параметри матеріалу:  $\tau_m$  – мінімальна довговічність (період коливання кінетичних одиниць –

атомів, груп атомів, сегментів), с;  $U_0$  – максимальна енергія активації руйнування, кДж/моль;  $\gamma$  – структурно-механічний параметр, кДж/(моль×МПа);  $T_m$  – гранична температура існування твердого тіла (температура деструкції), К;  $R$  – універсальна газова стала, кДж/(моль×К);  $t$  – час до руйнування (довговічність), с;  $\sigma$  – напруження, МПа;  $T$  – температура, К. Структура формули (2.2) свідчить, що відлік зворотної температури йде не від  $\frac{1}{T} = 0$ , а від  $\frac{1}{T_m}$ , тобто існує деяка гранична

температура, вище якої матеріал не працює, причому втрачає свої властивості за мінімальної довговічності  $t_m$ .

Термоактиваційні параметри матеріалу, які входять у рівняння (2), мають певний фізичний зміст, а саме:

$T_m$  – гранична температура існування полімеру, за якої всі хімічні зв'язки рвуться за одне теплове коливання і речовина повністю розпадається;

$\tau_m$  – мінімальний час руйнування речовини (при  $T = T_m$ );

$U_0$  – максимальна енергія активації процесу руйнування. Вона визначається енергією зв'язків, які перешкоджають втраті цілісності тіла, і є близькою до величини енергії активації розпаду міжатомних зв'язків у твердому тілі, а для полімерів – енергії активації процесу термодеструкції;

$\gamma$  – структурно-механічний параметр, що характеризує ефективність механічного поля під час дії навантаження.

Однак, оскільки термоактиваційні параметри під час використання цього способу визначаються шляхом випробувань на тривалу міцність за постійного навантаження, то час проведення випробувань і відповідно трудомісткість способу є великими.

В основу експрес-методу покладено завдання удосконалити спосіб прогнозування довговічності корпусних меблів та виробів із деревини, деревинних матеріалів, з тим, щоб мати можливість на етапі випуску нових виробів знати їхні потенційні можливості [6; 7]. При цьому технічний результат полягає у підвищенні достовірності прогнозування довговічності виробів, спрощенні способу та скорочення часу проведення випробувань.

Випробування з метою прогнозування довговічності корпусних меблів, що полягає у руйнуванні зразка, до якого прикладають постійне навантаження, проводять на однакових зразках за чотирьох фіксованих значень температури та постійної швидкості підвищення навантаження, при цьому фіксують час до руйнування кожного зразка, а довговічність виробу визначають за формулою (3), причому значення термоактиваційних параметрів  $t_m$ ,  $U_0$ ,  $T_m$ ,  $\gamma$  визначають на підставі результатів проведених випробувань шляхом вирішення системи рівнянь (4):

$$\begin{cases} \frac{U_0}{RT_1} - \frac{U_0}{RT_m} - \gamma \frac{\sigma_1}{RT_1} + \gamma \frac{\sigma_1}{RT_m} + \ln \tau_m = \ln t_1 \\ \frac{U_0}{RT_2} - \frac{U_0}{RT_m} - \gamma \frac{\sigma_2}{RT_2} + \gamma \frac{\sigma_2}{RT_m} + \ln \tau_m = \ln t_2 \\ \frac{U_0}{RT_3} - \frac{U_0}{RT_m} - \gamma \frac{\sigma_3}{RT_3} + \gamma \frac{\sigma_3}{RT_m} + \ln \tau_m = \ln t_3 \\ \frac{U_0}{RT_4} - \frac{U_0}{RT_m} - \gamma \frac{\sigma_4}{RT_4} + \gamma \frac{\sigma_4}{RT_m} + \ln \tau_m = \ln t_4 \end{cases} \quad (4)$$

де  $T_1, T_2, T_3, T_4$  – температура проведення чотирьох серій випробувань, °K;

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4$  – максимальне руйнівне напруження за відповідної температури, МПа;

$t_1, t_2, t_3, t_4$  – час до руйнування зразка за відповідної температури, с. Наприклад, під час проведення випробувань меблевих деталей на чистий згин, спосіб прогнозування довговічності деталей реалізували таким чином.

**Результати дослідження.** Випробування проводили на базі стандартної розривної машини моделі Р-5 за методикою визначення межі міцності та модуля пружності під час згину згідно з ГОСТ 10635-88 «Плиты древесно-стружечные. Методы определения предела прочности и модуля упругости при изгибе». Зразки встановлювали на опори випробувального пристрою за відмітками таким чином, щоб поздовжня вісь зразка була перпендикулярна осям опор, а поперечна вісь перебувала в одній вертикальній площині з віссю. На відміну від стандартної процедури, зразки, які випробовували разом з опорами та навантажувальним пристроєм, розташовували у термокамері з можливістю зміни температури. Умови проведення випробувань та середні результати чотирьох серій випробувань у кожній із яких було випробувано по 20 зразків наведено у таблиці 1. На підставі отриманих під час випробувань даних, за допомогою системи рівнянь (4) були розраховані термоактиваційні параметри ламінованої деревостружкової плити (ДСП) товщиною 10 мм, які наведено у таблиці 1.

### 1. Параметри проведення випробувань

№	Назва матеріалу	Умови випробувань				Час до руйнування зразка, $t_{нт}$ , с	Термоактиваційні параметри ДСП виробництва Swisspan			
		межа міцності, $\sigma$ , МПа		Температура, $T$ , К			$lgt_m$ , с	$U_o$ , кДЖ/моль	$\gamma$ , кДЖ/(моль·МПа)	$T_m$ , К
1	ДСП 10	$\sigma_1$	10,81	$T_1$	293	4,215	-4,6	173	9,2	563
2	ДСП 10	$\sigma_2$	9,77	$T_2$	308	4,436				
3	ДСП 10	$\sigma_3$	8,73	$T_3$	323	4,456				
4	ДСП 10	$\sigma_4$	6.02	$T_4$	353	4.713				

Статистичний аналіз результатів експериментів, а саме перевірка статистичних гіпотез про значущість коефіцієнтів дисперсії середніх значень термоактиваційного параметрів за критерієм Стюдента показала неперевищення значення  $p = 0,05$ .

Порівнюючи значення термоактиваційного параметрів які отримані згідно запропонованої методики їх визначення при жорсткому навантаженні на розривної машині з термоактиваційного параметрами які отримані при м'якому навантаженні з постійним навантаженням [8], можна засвідчити їх близьку збіжність. Що говорить про високу практичну значимість запропонованої експрес - методики.

Використовуючи знайдені термоактиваційні параметри та за допомогою формули (3), розрахуємо довговічність книжкової полиці, яка знаходиться у напруженому стані аналогічно деталям ГОСТу [8], при наступних експлуатаційних параметрах:  $T = 293 \text{ K}$ ;  $\sigma = 3 \dots 10 \text{ МПа}$ .

## 2. Результати прогнозування довговічності меблевого виробу, $t$ (рік) залежно від максимального навантаження на згин, $\sigma$ , МПа при температурі, $T$ , $293^\circ \text{ K}$

$t$ , с	$t$ , рік	$\sigma$ , МПа	$T$ , K
242019598	7,6743911	3	293
57448713	1,8216867	4	293
13636724	0,4324177	5	293
3236978,6	0,1026439	6	293
768368,58	0,0243648	7	293
182389,3	0,0057835	8	293
43294,141	0,0013728	9	293
10276,823	0,0003259	10	293

**Висновки і перспективи.** Таким чином, використання експрес-методики дозволяє прогнозувати довговічність деталей із ДСП за конкретних умов їх експлуатації. Результат прогнозу може бути використаний як об'єктивний критерій працездатності під час оптимізації вже існуючих меблевих виробів, так і під час конструювання нових.

### Список використаних джерел

1. Слуцкер А. И. Атомный уровень флуктуационного механизма разрушения твердых тел (модельно-компьютерные эксперименты) / А. И. Слуцкер // Физика твердого тела. – 2005. – Т. 47, № 5. – С. 777–787.
2. Борисенко В. А. Твердость и прочность тугоплавких материалов при высоких температурах / В. А. Борисенко. – К. : Наукова думка, 1984. – 211 с.
3. Грабар І. Г. Про єдину природу довготривалого і короткочасного руйнування та прискорення визначення ресурсу конструкцій / І. Г. Грабар // Матеріали 4 Міжнародної науково-практичної конференції. «Сучасні технології в аерокосмічному комплексі». – Житомир, 1999. – С. 13–18.
4. Иванова В. С. Фрактальная механика разрушения / В. С. Иванова, И. Г. Грабар // Тезисы III Всесоюзного симпозиума по механики разрушения. –

Житомир, 1992. – С. 24–25.

5. Регель В. Р. Кинетическая природа прочности твердых тел / В. Р. Регель, А. И. Слуцкер, Э. Е. Томошевский. – М. : Наука, 1979. – 560 с.
6. Екабори Т. Научные основы прочности и разрушения материалов Т. Екабори ; [пер. с японского]. – К. : Наукова думка, 1978. – 352 с.
7. Патент 100484 UA, МПК G01N 3/00 (2015.01) Спосіб прогнозування довговічності виробів із деревини та деревних композиційних матеріалів / Л. М. Бойко, С. М. Кульман, О. В. Анциферова. – № u 2015 01371 ; заявл. 18.02.2015 ; опубл. 27.07.2015, Бюл. № 14, 2015 р.

### Referenses

1. Slutsker, A. I. (2005). Atomny uroven fluktuacionnogo mekhanisma razrusheniya tverdykh tel (modelno-computerny eksperiment [Atomic level of the fluctuation mechanism of destruction of solids (model-computer experiments)]. Physics of the Solid State, 47 (5), 777–787.
2. Borisenko, V. A. (1984). Tverdost i prochnost tugoplavkikh materialov pri vysokikh temperaturakh [Hardness and Strength of Refractory Materials at High Temperatures]. Kiev: Naukova dumka, 211.
3. Grabar, I. G. (1999). Pro edynu pryrodu dovgotryvalogo ta korotkochasnogo rujnuvannia ta pryskorennia vyznachennia resursu konstrukcij [About the only long-term and short nature destruction and accelerating resource definition structures]. Proceedings of the International scientific-practical conference. "Modern technologies in the aerospace sector". Zhytomyr, 13–18.
4. Ivanova, V. S., Grabar, I. G. (1992). Fractalnaia mekhanika razrushenia [Fractal Mechanics of Destruction]. Theses of the III All-Union Symposium on Mechanics of Destruction. Zhitomir, 24–25.
5. Regel, V. R., Slutsker, A. I., Tomoshevsky, E. E. (1979). Kineticheskaja priroda prochnosti tverdykh tel [Kinetic Nature of Strength of Solids]. Moscow: Science, 560.
6. Yekabori, T. (1978). Nauchnye osnovy prochnosti i razrusheniya materialov [Scientific foundations of strength and fracture of materials]. Kiev: Naukova dumka, 352.
7. Boyko, L. N., Kuhlman, S. M., Anciferova, O. V. (2015). Patent 100484 UA, MPK G01N 3/00 (2015.01) Sposib prognozuvannia dovgovichnosti vyrobiv iz derevyny ta derevnykh kompozicijnykh materialiv [Method of predicting the durability of wood products and wood composites. № u 2015 01371; appl. 02/18/2015; publ. 07.27.2015, Bull number 14, 2015].

### **ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОАКТИВАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ**

**Н. Г. Чаусов, Л. Н. Бойко, И. Г. Грабар**

**Аннотация.** На основе представлений механики разрушения исследованы вопросы определения термоактивационных параметров материалов (ТАП) на основе древесины. На примере основного



*определяющего уравнения Журкова показана возможность создания экспресс-метода определения ТАП. Кинетическое представление о механизме разрушения дает возможность рассчитывать работоспособность, прогнозировать долговечность материалов и конструкции с их применением, а также разрабатывать новые методы испытаний, проектировать новые материалы и изделия.*

*Прогнозирование долговечности материалов для корпусной мебели заключается в проведении испытаний образцов, к которым прикладывается возрастающая нагрузка вплоть до их разрушения. Испытания проводят при четырех фиксированных значениях температуры и постоянной скорости возрастания нагрузки. При этом фиксируется время до разрушения каждого образца.*

*Значения термоактивационных параметров определяют на основании результатов проведенных испытаний путем решения предложенной системы уравнений, которая замыкает определяющее уравнение Журкова.*

*Таким образом, использование экспресс методики позволяет прогнозировать долговечность деталей из ламинированной древесностружечной плиты в конкретных условиях их эксплуатации. Результат прогноза может быть использован как объективный критерий работоспособности как при оптимизации уже существующих мебельных изделий, так и при конструировании новых.*

*Приведены примеры применения метода для конкретных композиционных материалов на основе древесины. Трудоемкость метода гораздо меньше традиционных способов определения термоактивационных параметров, при сохранении практически той же точности их определения.*

**Ключевые слова:** *кинетическая теория прочности, способы определения энергии активации, экспресс-метод определения термоактивационных параметров.*

## **RAPID METHOD DETERMINATION THERMAL ACTIVATION PARAMETERS IN PREDICTING THE DURABILITY OF PRODUCTS MADE OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON WOOD**

**N. Chausov, L. Boyko, I. Grabar**

**Abstract.** *Based on the concepts of fracture mechanics, the questions of determining the thermo-activation parameters of materials (TAP) based on wood were investigated.*

*Using the example of the basic defining equation of Zhurkov, the possibility of creating an express method for determining TAPs is shown. Kinetic representation of the mechanism of destruction makes it possible to calculate the performance, predict the longevity of materials and structures with their application. And also develop new test methods, design new materials and products.*

*The prediction of the longevity of materials for cabinet furniture consists in testing samples to which an increasing load is applied up to their*

destruction. The tests are carried out at four fixed temperatures and a constant rate of increase in load. At the same time, the time until the destruction of each sample is recorded.

Moreover, the values of the thermo-activation parameters are determined on the basis of the results of the tests carried out by solving the proposed system of equations that closes the defining Zhurkov equation.

Thus, the use of express methodology allows predicting the durability a laminated particle board under specific conditions of their operation. The result of the forecast can be used as an objective criterion of efficiency, both in the optimization of existing furniture products, and in the design of new ones.

Examples of application of the method for specific composite materials based on wood are given. The complexity of the method is much less than the traditional methods for determining the thermo-activation parameters, while maintaining practically the same accuracy of their determination.

**Keywords:** kinetic theory of strength, methods of determining the activation energy, rapid method for determining the thermal activation parameters.

УДК 684.817-027.45: 624

### **ФЕНОМЕНОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕРЕВИННОВОЛОКНИСТИХ ПЛИТ СЕРЕДНЬОЇ ЩІЛЬНОСТІ У ВИРОБАХ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

**М. Г. ЧАУСОВ**, доктор технічних наук, професор кафедри механіки

**Л. М. БОЙКО**, кандидат технічних наук, доцент кафедри технології  
деревообробки,

**О. В. АНЦИФЕРОВА**, асистент кафедри технології деревообробки

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**С. З. САГАЛЬ**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,

*Голова правління ЗАТ «Український інститут меблів»*

*E-mails: interdesign@ukr.net, antsyferova.av@gmail.com*

**Анотація.** Наведено основні результати дослідження довговічності плит MDF (Medium Density Fiberboard), що ґрунтується на термофлуктуаційній (кінетичній) теорії міцності. Базуючись на положеннях кінетичної теорії, було розроблено алгоритм, який дає змогу прогнозувати термін служби деревинноволокнистих плит середньої щільності різного виду захисно-декоративного покриття та товщини та передбачає прискорений спосіб визначення термоактиваційних параметрів матеріалу. У статті запропоновано новий підхід до вивчення закономірностей руйнування деревиннокомпозиційних матеріалів, а також прогнозування параметрів працездатності композиційних матеріалів на основі