

крохмальна загустка – 730 г/кг.

б) пероксид водню (100-відсотковий) – 30 г/кг; силікат натрію – 100 г/кг; їдкий натр (10-відсотковий, мл) – 50 г/кг; сечовина – 30 г/кг; загустка ЕПАА – 790 г/кг;

Такі склади дають на лляній суровій тканині художній візерунок з чітким контуром. Ступінь білизни вибіленої лляної тканини становить 78 %, при цьому втрата міцності складає лише 1-10 %.

### Література

1. Влияние химической природы загустителей на качество локального отбеливания серого льна / Владимирцева Е. Л., Шарнина Л. В., Блиничева И. Б., Мельников Б. И // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998. – № 4 (244). – С. 50-53.

2. Лещева О.А., Шарнина Л.В., Владимирцева Е.Л. Новые технологии колорирования серого льна // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2005. – Т. 48. – Вып. 3 – С. 64-66.

3. Кричевский Г.Е., Корчагин М.В., Сенахов А.В. Химическая технология текстильных материалов: Учебник для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1985. – 640 с.

Надійшла 9.9.2009 р.

УДК 539.4.019.1: 684.4

Л.М. БОЙКО

Житомирський державний технологічний університет

## ВПЛИВ КОЛИВАНЬ ВОЛОГОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ТРИВАЛУ МІЦНІСТЬ (ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ) ЛИЧКОВАНОГО ДСП

*На основі термоактиваційної теорії міцності обґрунтовано вплив наявності вологи на фізико-механічні характеристики деревини і деревних композиційних матеріалів. Побудовано розрахункову модель впливу зміни тиску набухання в стружці при зволоженні ДСП на термоактиваційні константи. Методом кінцевих елементів обчислено напруження і деформації в матеріалі, який досліджується. Визначено фізичні параметри довговічності ДСП щільністю 700 кг/м<sup>3</sup>, личкованого натуральною шпоною дуба при вологості 60 % і 90 %.*

*Influence of presence of humidity on physic mechanical characteristics of wood composite materials on a basis kinetic theories of durability is proved. The settlement model of influence of change of pressure of swelling in a shaving is constructed at humidifying chip boards on kinetic constants. Pressure and deformations in an investigated material are defined by a method of final elements. Physical parameters of durability chip boards in density 700 kg/m<sup>3</sup> oaks revetted (laminated) by a natural interline interval are defined at humidity 60 and 90.*

Ключові слова: деревні композиційні матеріали, вплив вологості.

**Вступ.** Відомо, що вміст води в деревині істотно впливає на фізико-механічні характеристики деревини і деревних композиційних матеріалів [1-3].

Причому відмічено, що тимчасова залежність зниження міцності носить експоненціальний характер, і найбільш істотне зниження міцності спостерігається саме на початку процесу, з подальшою стабілізацією.

Дослідження деревостружкових плит показало, що їх довговічність також суттєво залежить від вологості та щільності і практично зменшується до нуля протягом 2...3 діб [4].

У плит ДСП, покритих латексною плівкою, водопоглинення складає 0,69 %, набухання 0,89 %, а розбухання за 24 години знижується з 15,1 до 2 % [5].

При набуханні ДСП його деформація складається головним чином з набухання деревинних стружок, а набухання полімерної матриці плити (в'язучого) при цьому значно менше. При цьому процесі полімерна матриця сприймає на себе тиск набухання деревних частинок [6].

Тиск набухання деревини залежить від породи деревини. За різними джерелами воно коливається в межах від 0,5 МПа до 3 МПа. Тиск набухання для деяких деревних матеріалів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Тиск набухання різних деревних матеріалів

Найменування матеріалу	Тиск набухання залежно від напрямку волокон	
	Тангенціальне, МПа	Радіальне, МПа
Дуб	3,1	1,54
Сосна	1,6	0,77
ДСП без покриття, щільністю 700 кг/м <sup>3</sup> (тиск перпендикулярний пласті)	0,8	

Згідно з термоактиваційними уявленнями, втрата міцності (розпад) полімеру носить термоактиваційний характер. Зовнішні фактори, в даному випадку вологість, подібно до навантаження, знижує енергію активації і, відповідно, збільшує ймовірність руйнування.

**Основна частина.** Оцінимо кількісно ступінь впливу вологості шляхом визначення величини внутрішнього тиску, що виникає в полімерній матриці в'язучого в деревостружкових плитах при її зволоженні.

Для кількісної оцінки впливу вологості на виникнення внутрішньої напруги в композитному матеріалі, яким є ДСП, використовуємо метод кінцевих елементів (МКЕ).

При побудові розрахункової моделі впливу зміни тиску набухання в стружці при зволоженні ДСП, личкованого шпоном дуба припустимо: 1) що соснова одинична стружка знаходиться всередині полімерної матриці із в'язучого (фенолформальдегідної смоли) і повністю змочена смолою при пресуванні, 2) контакт між сусідніми стружками відбувається на ділянках склеювання стружок між собою, 3) одинична полімерна матриця має форму тонкостінної оболонки.

Модуль пружності фенолформальдегідної смоли  $E_c = 3000$  МПа [7], модуль пружності сосни при статичному згині в тангентальному напрямі  $E = 8800$  МПа.

На рис. 1 наведено схему елементів стружки і матриці.

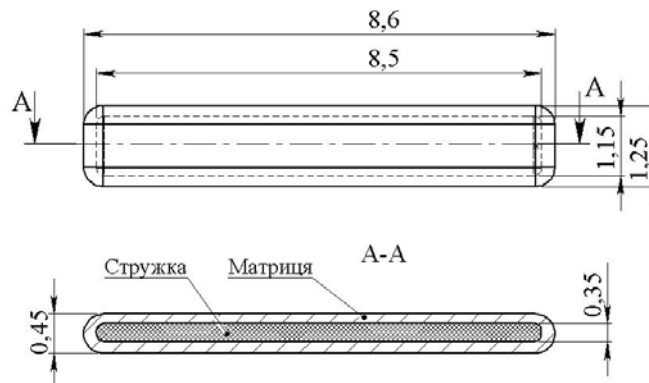


Рис. 1. Схема та розміри стружки та полімерної матриці [4].

Обчислимо напруження і деформації, які виникають в полімерній матриці. Тиск набухання при проведенні розрахунків прийнятий рівним  $P_n = 0,5$  МПа [8], нижня площина одиничної матриці – зафіксована, одинична матриця симетрична.

На рис. 2 наведена епюра статичного напруження, де видно, що  $\sigma_{max} = 10,3$  МПа. При цьому область зосередження максимального напруження досить велика, що говорить про добре усереднювання результатів експерименту. Максимальна величина статичної деформації полімерної матриці при створеному внутрішньому тиску  $e_{max} = 2,2 \cdot 10^{-3}$  мм.

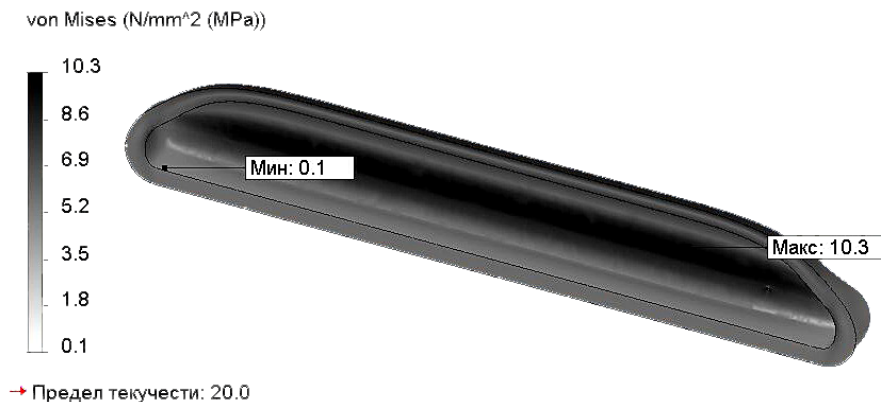


Рис. 2. Статичні напруження в одиничній полімерній матриці при створенні в ній внутрішнього тиску

При зміні граничних умов, а саме, нижня площина зафіксована, можливий другий варіант розрахунків. В цьому випадку передбачаємо, що одинична матриця змінює свою форму в процесі внутрішнього тиску набухання тільки у напрямі горизонтальної площини. Це припущення можливе, оскільки відома анізотропія ДСП при вбиранні вологи. При дослідженні, отримані значення максимальної напруги  $\sigma_{max} = 12,7$  МПа, деформації  $e_{max} = 2,25 \cdot 10^{-3}$  мм. При цьому середні напруження, які необхідно застосовувати в розрахунках прогнозування тривалої міцності, складають від 5 до 6 МПа.

Аналогічний вплив на зміну внутрішнього напруження має вологість навколишнього середовища, в якому експлуатуються, наприклад, меблі з ламінованого ДСП. При цьому зволоження внутрішніх шарів ламінованого ДСП залежить від типу і стану покриття та наявності окрайки на ребрах меблевих щитів.

Дослідження впливу вологості навколишнього середовища на працездатність (ресурс) ДСП, личкованих натуральним шпоном дуба проводилися по методиці визначення довговічності на основі термоактиваційної теорії [8, 9, 10]. При цьому зразки, які випробовувалися, знаходилися в спеціальній шафі, температура і вологість регулювалася за допомогою нагрівачів і зволожувачів повітря моделі УВ-03.05. Умови проведення експериментів наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Умови та результати експериментів дослідження працездатності ДСП 700 кг/м<sup>3</sup>, личкованого натуральним шпоном дуба

№ випробування	Найменування матеріалу	Умови випробування		Час до руйнування зразка, lgτ, с	
		σ, МПа	T, К	W 60 %	W 90 %
1	ДСП личковане шпоном дуба	14	291	5,05	4,46
2	ДСП личковане шпоном дуба	14	348	2,2	1,95
3	ДСП личковане шпоном дуба	18	291	2,501	2,21
4	ДСП личковане шпоном дуба	18	348	1,001	0,886

Результати проведення експериментів наведені на Рис. 5, Рис. 6. Визначено фізичні параметри, які впливають на довговічність (ресурс) матеріалу при вологості W=60 % і 90 %.

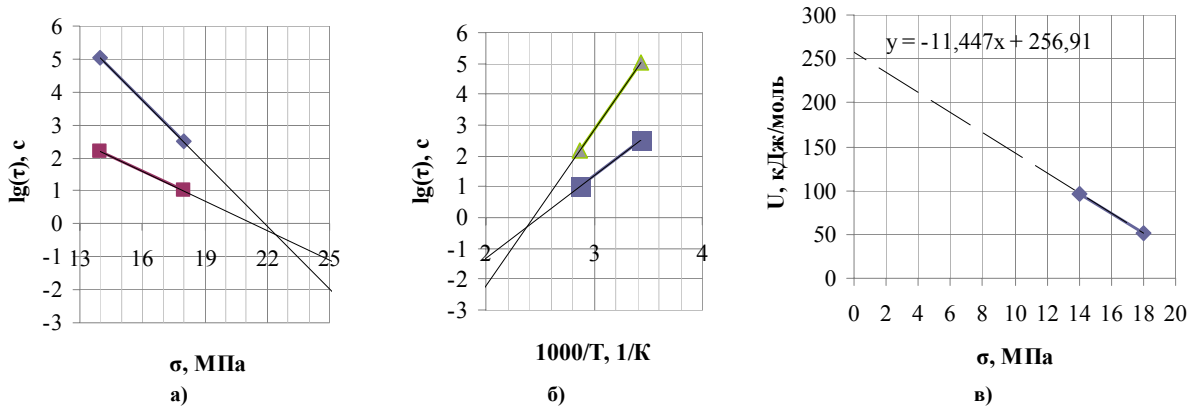


Рис. 5. Залежність довговічності ДСП 700 кг/м<sup>3</sup> личкованого шпоном дуба при вологості 60 % а) від напруження, б) від зворотної температури, в) залежність ефективної енергії активації U від напруження

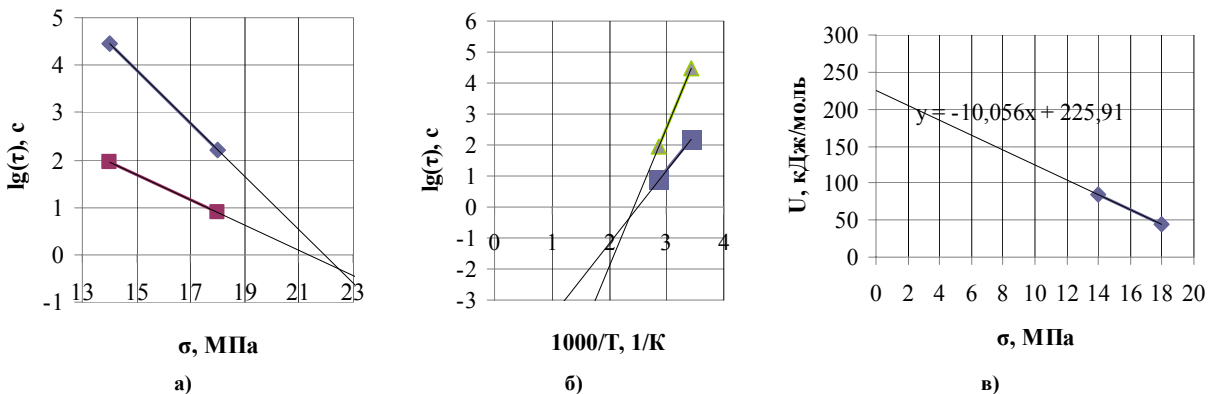


Рис. 6. Залежність довговічності ДСП 700 кг/м<sup>3</sup> личкованого шпоном дуба при вологості 90 % а) від напруження, б) від зворотної температури, в) залежність ефективної енергії активації U від напруження

Фізичні параметри довговічності матеріалу, який досліджувався при вологості 60 % і 90 % наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Фізичних параметрів довговічності ДСП 700 кг/м<sup>3</sup> личкованого натуральним шпоною дуба

W, %	Фізичні параметри визначають довговічність матеріалу				
	lg(τ <sub>m</sub> )	1000/T <sub>m</sub> , K <sup>-1</sup>	U <sub>o</sub> , кДж/моль	γ	T <sub>m</sub> , К
1	2	3	4	5	6
60	-0,331	2,374	257	11,45	421,3
90	-3,302	2,369	226	10,06	422,2

Оцінимо ресурс матеріалу за формулу (1) [9]. При цьому  $T_{ект}=20^{\circ}\text{C}=293\text{K}$ ,  $\sigma_{ект} \in [5...16]\text{МПа}$ ,  $w_{ект} \in [60\%;90\%]$ , що відповідає умовам експлуатації. Тоді:

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

де  $\tau_m$  – період теплових коливання кінетичних одиниць – атомів, груп атомів, сегментів, с;  $U_0$  – максимальна енергія активації руйнування, кДж/моль;  $\gamma$  – структурно– механічна константа, кДж/(мольхМПа);  $T_m$  – гранична температура існування твердого тіла (температура деструкції), К;  $R$  – універсальна газова стала, кДж/(мольхК);  $\tau$  – час до руйнування (довговічність), с;  $\sigma$  – напруження, МПа;  $T$  – температура, К.

В таблиці 4 наведено результати розрахунку ресурсу ДСП личкованого натуральним шпоною дуба.

Таблиця 4

**Довговічність експлуатації виробів з ДСП щільністю 700 кг/м<sup>3</sup>, личкованого шпона дуба залежно від навантаження, при середній температурі навколишнього середовища 20 °С**

σ, МПа	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>T, рік при W 60 %</b>	1879,2	433,9	100,2	23,14	5,34	1,23	0,28	0,066	0,015	0,0035	0,0008	0,0002
<b>T, рік при W 90 %</b>	103,0	28,2	7,7	2,12	0,58	0,16	0,04	0,012	0,003	0,0009	0,0002	0,00007

### Висновки

1. Встановлено, що зміна вологості з 60 % до 90 % значно впливає на термоактиваційні параметри ДСП щільністю 700 кг/м<sup>3</sup>, при цьому  $U_0$  і  $\gamma_0$  зменшилися приблизно на 15 %.

2. Показано, що при 60 % до 90 %  $\tau_m$  і  $T_m$  залишаються не змінними.

3. Підвищення вологості на 30 % в порівнянні з рекомендованою при експлуатації меблів із ДСП може привести до зниження довговічності в 5...10 разів.

4. Вологість навколишнього середовища при експлуатації меблів з личкованого ДСП, наприклад, шпоном дуба, значною мірою впливає на довговічність виробу.

### Література

1. Чижек Ян Свойства и обработка древесностружечных и древесноволокнистых плит: Пер. с чешек // Отв. ред. В.Д. Бекетов. – М.: Лесн. пром-ть, 1989. – 392 с.
2. Шварцман Г.М., Щедро Д.А. Производство древесностружечных плит. – М.: Лесн. пром-ть, 1987. – 320 с.
3. Дудчак В.П., Коляско И.В., Кестельман В.Н. Влияние среды и температурно-временных условий эксплуатации на физико-механические свойства фенолоформальдегидных композиционных покрытий /Пластические массы. – М., 1988. – № 7. – С. 9– 11.
4. Лазутин Д.В., Ярцев В.П. Определение работоспособности древесноволокнистых плит // Тез. докл. V науч. конф. ТГТУ. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2000. – С. 220.
5. Поташев О.Е., Лапшин Ю.Г. Механика древесных плит. – М., Лесн. Пром-сть, 1982. – 112 с.
6. Хрулев В.М., Мартынов К.Я., Дорнотуп С.Б. Повышение качества древесных материалов для малоэтажного домостроения // Известия вузов. Строительство. – Новосибирск, 1990. – № 10. – С. 64-67.
7. Поздняков А.А. Прочность и упругость композиционных древесных материалов. – М.: Лесн. Пром-сть, 1988. – 136 с.
8. Киселева О.А. Прогнозирование работоспособности древесностружечных и древесноволокнистых композитов в строительных изделиях: Дис.... канд. техн. наук: 05.23.05. – Воронеж, 2003. – 205 с.
9. Ратнер С.Б., В.П. Ярцев В.П. Физическая механика пластмасс. Как прогнозируют работоспособность? – М.: Химия, 1992. – 320 с.
10. Грабар І.Г. Термоактиваційний аналіз та синергетика руйнування // Наукова монографія. – Житомир: ЖІПІ, 2002. – 312 с.

Надійшла 15.9.2009 р.