

дають змогу ціленаправлено вирішувати подальші задачі щодо створення нових засобів і способів захисту деревини відповідно до умов експлуатації деревини на різних об'єктах.

#### Список посилань

1. Tsapko, Yu. Study of resistance of thermomodified wood to the influence of natural conditions [Text] / Tsapko Yu., Horbachova O., Mazurchuk S., Bondarenko O. // [IOP Conference Series: Materials Science and Engineering](#). – 2021. – № 1164. – 012080. doi:10.1088/1757-899X/1164/1/012080
2. Teacă, C.-A. [Natural bio-based products for wood coating and protection against degradation. A review \[Text\]](#) / Teacă C.-A., Roșu D., Mustăță F., Roșca I., Varganici C.-D. // [BioResources](#). – 2019. – Vol. 14(2). – P. 4873 – 4901.

УДК 674.093.26

Ортинська Г.Є., канд. техн. наук, доцент,  
Козак Р.О., доктор техн. наук, доцент,  
Копанський М.М., канд. техн. наук, доцент,  
Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, [ortynska\\_g@ntu.edu.ua](mailto:ortynska_g@ntu.edu.ua)

### МОЖЛИВІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОКЛЕЇВ НА ОСНОВІ СОЄВИХ ПРОТЕЇНІВ У ВИРОБНИЦТВІ ФАНЕРИ

Сучасні виробництва із виготовлення фанери використовують клеї на основі синтетичних терморективних смол: фенолоформальдегідної, карбамідоформальдегідної. Основним джерелом для їх отримання є нафтопродукти та природний газ. Однак клеї на нафтовій основі можуть створювати численні проблеми для навколишнього середовища, здоров'я та безпеки. Нафтохімічні речовини не піддаються біологічному розкладанню, вони можуть забруднювати ґрунтові води та ґрунт, що призведе до довгострокового захоронення їх на полігонах. Більшість терморективних смол, які використовуються для виготовлення фанери, містять токсичні речовини (формальдегід, аміак та ін.). Формальдегід вважається одним з найбільш поширених забруднювачів повітря в приміщеннях. Отже, питання охорони навколишнього середовища та виготовлення екологічно чистої продукції є досить актуальними, а це призводить до зростання інтересу у використанні біоклеїв для виробництва деревинно-композиційних матеріалів, зокрема фанери.

Рекомендується для виготовлення фанерної продукції застосовувати біоклеї на основі соєвого протеїну. Проте дані клеї мають певні недоліки: міцність клейового з'єднання на зріз та їх водостійкість є меншою порівняно із клеями на основі синтетичних смол. Тому рекомендується їх модифікувати за допомогою фізичного, хімічного та ензимного методів. Дані методи рекомендовані для склеювання масивної деревини та для виробництва стружкових плит, фанери [1].

Найчастіше для виготовлення фанери застосовують хімічне модифікування соєвого протеїну. Хімічні речовини, які зазвичай використовуються для денатурації соєвих протеїнів - це кислоти, луки, солі. Механізми денатурації різні для різних груп речовин, і структура денатурованих протеїнів, ймовірно, також відрізняються [2]. Тому міцність склеювання та водостійкість клеїв на основі соєвих протеїнів, модифікованих різними денатурантами, також відрізняються. Так, додавання хімічних речовин (карбаміду, трипсину, гідроксиду натрію) дає змогу отримати клеї з широким діапазоном властивостей. Наприклад, додавання карбаміду дає змогу отримати клейове з'єднання, підвищеної водостійкості. Гідроксид натрію в поєднанні із соєвим протеїном підвищує міцність фанери на зріз та водостійкість клейового шару. Це пояснюється тим, що додавання гідроксиду натрію збільшує ступінь розкриття протеїнових молекул, а це призводить до збільшення контакту із склеюваною поверхнею луценого шпону [3-6].

Солями, які можуть бути використані для денатурації протеїнів сої та підвищення їх міцності склеювання, а особливо водостійкості, є  $\text{NaHSO}_3$  та  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ . Модифікування соєвих протеїнів  $\text{NaHSO}_3$  також має інші переваги, зокрема збільшення терміну зберігання клейової композиції [7, 8].

Підвищити водостійкість клейового з'єднання та міцність клейових композицій клеїв на основі соєвого протеїну можна шляхом введення незначної кількості фенолоформальдегідної смоли (1-5 мас.ч. смоли на 100 мас.ч. соєвого протеїну). Для поглиблення процесу поліконденсації необхідно ввести додатково агент зшивання, зокрема цитратну кислоту, оскільки вона містить карбоксильні групи, які можуть взаємодіяти із аміногрупами соєвого протеїну. Крім того цитратна кислота буде зменшувати лужність фенолоформальдегідної смоли, тим самим поглиблювати процес затвердіння клею.

Рекомендовано виготовляти клеї на основі соєвого протеїну для виробництва фанери. Клеї приготують наступним чином: до соєвого протеїну додавали дистильовану воду у співвідношенні 1:10; 1:15. Отримані суспензії модифікували за допомогою цитратної кислоти, натрій цитрату та натрій гідроксиду. Дані речовини мають різні значення рН середовища, що буде впливати на денатурацію соєвого протеїну. Модифікувальні речовини додавали в межах від 1 до 5 мас.ч.

Для виконання дослідів використовували лущений березовий шпон (розміром  $300 \times 300 \times 1,5$  мм, вологістю  $8 \pm 2\%$ ) та виготовляли п'ятишарову фанеру за таких режимних параметрів склеювання: тиск – 1,8 МПа, температура –  $150^\circ\text{C}$ , тривалість – 10, витрата клею –  $150 \text{ г/м}^2$ . Для оцінювання якості склеювання фанери визначали міцність її на зріз згідно ДСТУ EN 314-2.

Отримано однорідні клейові композиції, які добре наносяться на поверхню лущеного шпону. Суттєво дані речовини впливають на рН середовища клейової композиції, відповідно це буде впливати на створення міцних адгезійних зв'язків.

Виготовлена фанера із використанням соєвої суспензії є екологічно чистим матеріалом, проте низької водостійкості. Збільшення вмісту модифікувальних речовин у клейовій композиції, зокрема фенолоформальдегідної смоли, призводить до зростання міцності фанери на зріз і коливається в межах від 0,65-1,4 МПа.

Отже, застосування клеїв, на основі соєвої суспензії, яку модифікували гідроксидом натрію дає можливість виготовляти фанеру міцністю фанери на зріз, що відповідає вимогам стандарту.

#### Список посилань

1. Zhong Z. Thermal and mechanical properties and water absorption of soy protein [Текст] / Z. Zhong, X. Sun // Polycaprolactone Blends, Polymer, 2001. – № 42. – P. 6961-6969.
2. Wescott JM High-soy-containing water-durable adhesives. / Wescott JM, Frihart CR, Traska AE. / J. Adhes. Sci. Technol. 2006;20:859–873.
3. Shukla R. The industrial protein from corn [Текст] / R. Shukla, M. Cheryan // Industrial Crops and Products, 2001. – №13. – P. 171-192.
4. Richard P. W. Bio-based polymers and composites [Текст] / P. Richard, Xiuzhi Susan Sun – Science & Technology Books, 2005.
5. Kumar R. Adhesives and plastics based on soy protein products [Текст] / R. Kumar, V. Choudhary, S. Mishra, I. Varma, B. Mattiason // Industrial Crops and Products, 2002. – №16. – P. 155-172.
6. Kunsheng Z. Biotechnology and food science [Текст] / Z. Kunsheng, L. Yangyang, R. Yunxia // Journal of Food Engineering, 2007. – №79, P. 1233–1237.
7. Sun X. Shear strength and water resistance of modified soy protein adhesives [Текст] / X. Sun, K. Bian // JAOCS, 1999. – vol.76, №8 – P. 977-980.
8. Wang W. A soy-based adhesive from basic modification [Текст] / W. Wang, X. Li, X Zhang // Pigment and Resin Technology, 2008. – 37/2 – P.93-95.