

УДК 674.093.26

Ортинська Г.Є., канд. техн. наук, доцент  
Лютий П.В., канд. техн. наук

Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, [ortynska\\_g@nltu.edu.ua](mailto:ortynska_g@nltu.edu.ua)

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СОЄВО-ПРОТЕЇНІВ КЛЕЇВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ФАНЕРИ

Лідерську позицію серед клеїв для виготовлення фанери, займають синтетичні терморезистивні клеї на основі фенолформальдегідної (ФФС), карбамідформальдегідної (КФС) смоли тощо. Вони забезпечують високі показники міцності та водостійкості готової продукції. Але для їх виготовлення застосовуються нафтопродукти, природний і попутний газ, що є вартісною та вичерпною сировиною сьогодні. Крім того дані смоли містять значну кількість вільного формальдегіду, який може виділятися та негативно впливати на організм людини та навколишнє середовище. Таким чином, одним із шляхів вирішення даних питань є застосування клеїв природного походження, зокрема на основі соєвого протеїну.

Соевий протеїн отримується із сої, яка є легкодоступною, недорогою сировиною та широко культивується у всьому світі. Це дає змогу розглядати його як альтернативну основу для клеїв для виготовлення фанери.

Однак клеї на основі соєвого протеїну мають такі недоліки, як високу в'язкість, низький вміст твердих частинок і низьку водостійкість клейових з'єднань. Низька водостійкість обмежує використання таких клеїв для виготовлення деревинних композитних матеріалів, зокрема фанери. Рекомендується їх модифікувати за допомогою фізичного, хімічного та ензимного методів. Дані методи рекомендовані для клеїв на основі соєвого протеїну, що застосовуються 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, луги, солі або високомолекулярні сполуки, наприклад ФФС. Основою модифікування є зміна структури протеїнів, за рахунок денатурації [1, 2]. Так, додавання хімічних речовин (карбаміду, трипсину, гідроксиду натрію) дає змогу отримати клеї з широким діапазоном властивостей, а найголовніше, що можна отримати клейове з'єднання, підвищеної водостійкості. Це пояснюється тим, що додавання даних речовин, зокрема гідроксиду натрію, збільшує ступінь розкриття протеїнових молекул, а це призводить до збільшення контакту із склеюваною поверхнею лушеного шпону [3-5].

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 [6].

Отже, на сьогоднішній день, було зроблено чимало спроб модифікувати соєвий протеїн для того, щоб отримати клейові композиції із підвищеною міцністю склеювання, а також підвищити їх водостійкість, щоб вони могли конкурувати із синтетичними клеями для виготовлення фанери.

Для проведення експериментальних досліджень приготування клеїв на основі соєвого протеїну відбувалося наступним чином: до соєвого протеїну додавали виміряну кількість дистильованої води, яку попередньо нагрівали до  $50^\circ\text{C}$ . Далі перемішували до 15 хв, щоб утворилася однорідна суспензія. Співвідношення між соєвим протеїном ізолятом 92% та водою становило 1:5.

Для модифікування соєвої протеїнової суспензії вводили модифікувальні речовини (лимонну кислоту, гідроксид натрію, фенолоформальдегідну смолу) в кількості 1, 3, 5 мас.ч.

на 100 мас.ч. соєво-протеїнової суспензії та досліджували основні властивості відносну густину, рН, сухий залишок клею та міцність фанери на зріз.

Для виконання досліджень використовували лущений березовий шпон (розміром  $300 \times 300 \times 1,5$  мм, вологістю  $8 \pm 2\%$ ) та виготовляли тришарову фанеру за таких режимних параметрів склеювання: тиск – 1,8 МПа, температура –  $150^\circ\text{C}$ , тривалість – 6 хв, витрата клею –  $150 \text{ г/м}^2$ . Для оцінювання якості склеювання фанери визначали міцність її на зріз згідно ДСТУ EN 314-2.

Отримані клеї мали світло жовте (бежеве) забарвлення, однорідної композиції, але не мали текучості. Тому одним із показників важливим є густина клею, оскільки вона характеризує ідентичність, чистоту та однорідність клейових матеріалів. Густина вихідної суспензії становить  $1,02 \text{ г/см}^3$ . Із збільшенням вмісту модифікувальних речовин від 1 до 5 мас.ч. густина клею зростає. І коливається в межах  $1,08 - 1,14 \text{ г/см}^3$ . Найбільший вплив на відносну густину має гідроксид натрію.

Аналогічне спостереження було із значеннями сухого залишку клеїв із збільшенням вмісту модифікувальних речовин, даний показник зростає і коливається в межах від 14,80 до 19,51%.

Додавання цитратної кислоти, рН якої становить 2,1, буде призводити до зміни рН середовища дисперсії соєвого протеїну ізоляту в кислотний бік, значення рН становитимуть 5,68-3,85. Із збільшенням вмісту речовин (гідроксиду натрію та фенолоформальдегідної смоли), що мають лужне середовище, рН клейової композиції також зміщується в лужну сторону та значення коливатимуться в межах 8,85-11,85. Адже саме зміна рН середовища дає змогу денатурувати та розкриватися соєвому протеїну, звільняючи реакційнодатні групи до утворення міцних зв'язків із гідроксильними групами деревини.

Всі значення міцності фанери на зріз, які випробовувалися у сухому стані) відповідають вимогам стандарту. Із збільшенням вмісту від 1 до 5 мас.ч. цитратної кислоти спостерігається рівномірне підняття міцності фанери на зріз. Її значення становлять 1,21; 1,65; та 1,85 МПа. Введення до соєво-протеїнової суспензії лужних реагентів (гідроксиду натрію та фенолоформальдегідної смоли) призводить до збільшення міцності фанери на зріз. Найбільше значення міцності фанери на зріз спостерігається при додаванні гідроксиду натрію 3 мас.ч., та становить 2,52, а із збільшенням до 5 мас. ч. міцність дещо зменшується. Значення міцності фанери, яка склеєна модифікованою фенолоформальдегідною смолою соєво-протеїновою суспензією, на зріз становлять від 1,97 до 2,16 МПа, що 1,45 рази більше, порівняно із зразками контрольними зразками фанери, які склеювалися соєво-протеїновою суспензією.

Модифікувальні речовини підвищують водостійкість клейових композицій, про це свідчать випробування зразків після вимочування їх у холодній воді впродовж 24 годин. Вищі показники міцності клейового з'єднання спостерігалися у клеїв на основі суспензії соєвого протеїну ізоляту, що модифікувалися лужними речовинами (гідроксидом натрію, фенолоформальдегідною смолою) і вони відповідають вимогам стандарту.

#### Список посилань

1. 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.
2. 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.
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. 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.
6. 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.