

ВПЛИВ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ТЕРМОРАДІАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕРЕВИНИ

*В. В. Форос, аспірант**

Проаналізовано теоретичні основи переносу теплової енергії інфрачервоного випромінювання, терморадіаційні та оптичні характеристики деревини як об'єкта дослідження. Розроблено методику проведення вимірювання тривалості прогрівання пакетів шпону та визначено кінетику нагрівання пакетів за різних температур.

Інфрачервоне випромінювання, швидкість прогрівання, пакет шпону, поглинання, відбивання, довжина хвилі.

Динамічне збільшення споживання плитних матеріалів та поява нових деревинних композиційних матеріалів на ринку деревообробної галузі стимулює зростання конкуренції за даний сегмент. Нині виробництво фанери має низку проблемних питань, які заважають у подальшому підвищенні конкурентоспроможності даного виду продукції, порівняно з іншими плитними матеріалами. Дані умови стимулюють фанерну промисловість зосередити увагу на підвищенні ефективності виробництва, скороченні витрат сировини на виробництво одиниці продукції, ефективній переробці утворюваних відходів, зниженні собівартості продукції при збереженні її якості. Одним із методів збільшення ефективності виробництва фанери є застосування нових матеріалів і технологій у напрямі вдосконалення та інтенсифікації наявних технологічних режимів і операцій під час виробництва фанери.

Аналіз технологічного процесу виготовлення фанери свідчить, що склеювання фанери – найбільш трудомісткий процес, адже на виробництво 1 м³ фанери, трудомісткість, яка стосується ділянки склеювання фанери [1], становить 22,2%. При подальшому аналізі процесів на ділянці склеювання, виявили, що процес пресування є найтривалішою операцією цієї ділянки.

Швидкість прогрівання при контактному способі є довготривалою та має ряд суттєвих недоліків, що є основою для пошуку альтернативних способів інтенсифікації процесу склеювання фанери.

До альтернативних способів підведення тепла та джерел теплової енергії можна віднести інфрачервоне випромінювання (ІЧ), яке широко використовується для сушіння та нагріву різного роду матеріалів, у тому числі й деревини. Дослідження щодо впливу інфрачервоного випромінювання на деревину свідчать, що деревина є проникним матеріалом для даного виду випромінювання й сприяє виведенню з неї вологи [3]. Інфрачервоні промені здатні проникати в деревину на певну

* Науковий керівник – доктор технічних наук, професор П. А. Бехта

глибину залежно від породи, вологості матеріалу та довжини хвилі променя. Тривалість нагрівання залежить від потужності випромінювача, його розташування щодо нагріваючого матеріалу та його розмірів. Даний метод дає змогу пришвидшити підведення тепла до листів шпону та клейового шва безпосередньо, через радіаційний розподіл температури по товщині пакета шпону.

Мета дослідження – проаналізувати теоретичні основи переносу теплової енергії інфрачервоного випромінювання, терморадіаційні та оптичні характеристики деревини й виміряти швидкість прогрівання пакетів шпону під час опромінення інфрачервоним випромінюванням.

Матеріали та методика дослідження. Для дослідження терморадіаційних характеристик і тривалості прогрівання пакетів шпону ІЧ випромінюванням, розробили установку необхідної конструкції. Першим кроком був аналіз наявних ІЧ випромінювачів, їх типів та характеристик. Після чого вибір зупинився на керамічному випромінювачі з довжиною хвилі 4,2 мкм.

Після цього було змонтовано установку з чотирьох випромінювачів (рис.1) з рефлекторами, терморегулятором для регулювання температури випромінювачів та пристроєм для вимірювання витрати електроенергії. Це дало змогу приступити до проведення необхідних досліджень.

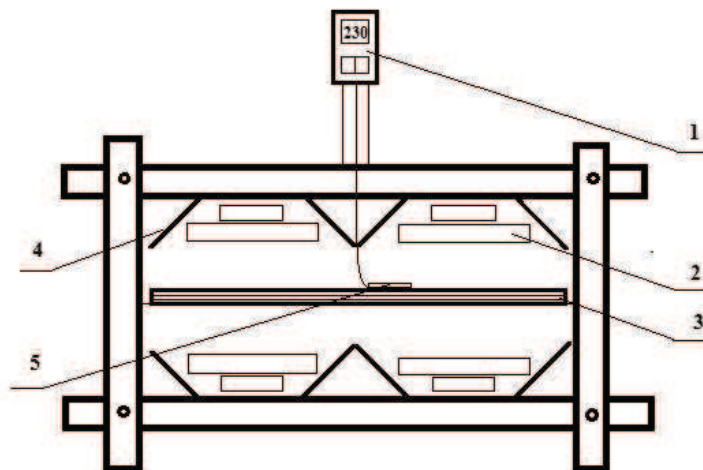


Рис. 1. Схема експериментального пристрою для прогрівання у спектрі інфрачервоного випромінювання: 1 – терморегулятор; 2 – інфрачервоний випромінювач; 3 – пакет шпону; 4 – рефлектор інфрачервоного випромінювача; 5 – термопара

Результати дослідження. До терморадіаційних характеристик належать величини, що характеризують властивість даного матеріалу повністю або лише частково поглинати, відбивати та пропускати випромінювання, яке потрапляє на його поверхню, а також випромінювати енергію. Поглинаюча, відбиваюча та пропускна здатності одночасно залежать як від спектральних характеристик, так і від стану та властивостей матеріалу який опромінюють.

Деревину та інші капілярно-пористі колоїдні тіла, пігментовані лакофарбові покриття, порошкоподібні, волокнисті та інші оптично неоднорідні, можна розглядати як такі, що поглинають та такі, що розсіюють випромінювання. Поглинання й розсіювання випромінювання в оптичному діапазоні довжини хвиль у наведених матеріалах визначаються такими процесами: резонансним поглинанням випромінювання всіма компонентами, з яких вони складаються, і структурної зв'язаної вологи та розсіюванням, зумовленим зміною густини й концентрації речовини, а також розсіювання випромінювання капілярами та порами, мікрофібрил, частинками пігментів.

Під терморадіаційними властивостями твердих тіл необхідно розуміти теплофізичні властивості, що у процесі переносу енергії характеризують взаємодію твердого тіла з електромагнітним випромінюванням в ІЧ діапазоні довжин хвиль. Під час дослідження впливу ІЧ випромінювання на деревину найбільшу цікавість мають спектральні відбиваюча R_λ , поглинаюча A_λ , пропускна T_λ , а також спектральні ϵ_λ та інтегральні ϵ властивості випромінювання.

Наявні дослідження впливу ІЧ випромінювання на деревину хвойних і листяних порід, які проростали у різних кліматичних умовах та фанери різної товщини свідчать, що для деревини характерним є значне (80–90%) відбивання в ближньому діапазоні ІЧ спектра (до 2,5 мкм) та сильне (75–95%) поглинання його у середньому та далекому діапазоні випромінювання. Відбиваюча та пропускна здатності залежать від товщини шару, щільності та вологості зразка. Виходячи з наявного аналізу (рис. 2) [3] оптичних та терморадіаційних властивостей деревини, який показав, що найбільше значення поглинаючої здатності спостерігається в довгохвильовій області спектра за довжини хвилі $\geq 3,0$ мкм.

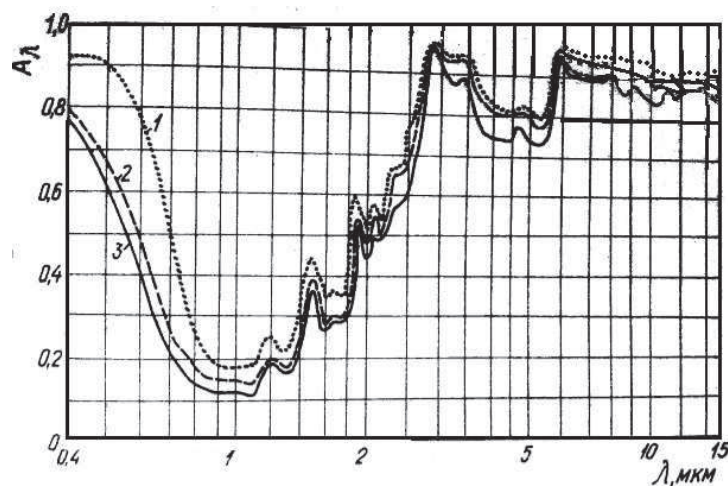


Рис. 2. Залежність спектральної поглинаючої здатності A_λ деревини різних порід від довжини хвилі λ при товщині зразків, що відповідає товщині оптично нескінченного товстого шару ($I_\infty \geq 10$ мм): 1 – червоне дерево (кайя); 2 – бук; 3 – сосна

Вимірювання збільшення температури в перетині пакета шпону є важливим аспектом під час дослідження інтенсифікації процесу пресування, адже швидкість підведення тепла безпосередньо впливає на тривалість процесу. З метою порівняння показників тривалості прогрівання, проведено два вимірювання із застосуванням ІЧ випромінювання та за умов пресування у гарячому пресі до досягнення необхідної температури всередині пакета шпону, яка необхідна для початку процесу затвердіння клею. Зазвичай пресування фанери в пресі не проводиться за температури вище за +150 °С, адже витримка при вищих температурах в пресі протягом пресування приводить до зміни властивостей як шпону, так і клею. Саме тому було використано це значення для прогрівання. Оскільки тривалість опромінення ІЧ випромінюванням не є довготривалим, цей факт дає змогу використовувати й високі температури. Для цього було обрано діапазон від +150 °С до +230 °С.

Найкращий результат щодо прогрівання, порівняно з прогріванням між плитами пресу, показало застосування +230 °С (рис. 3), адже, порівняно з прогріванням у пресі, позначки в +140 °С вони досягли одночасно, за 70 секунд.

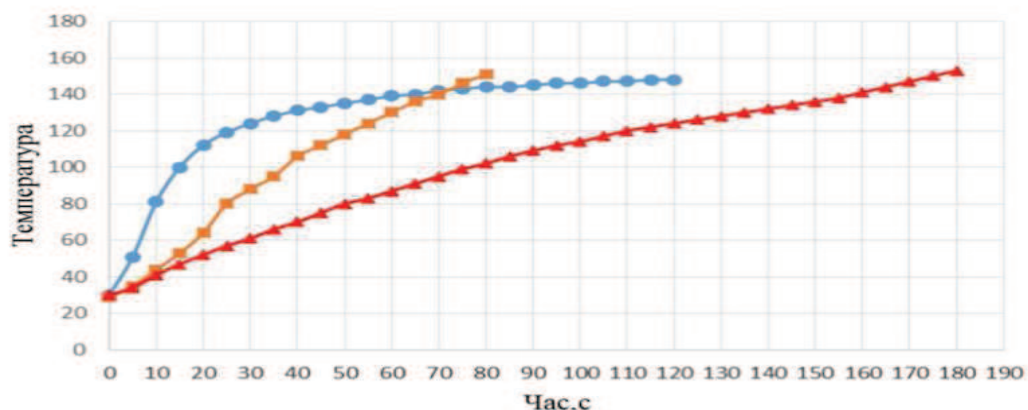


Рис. 3 Порівняння тривалості прогрівання три шарового пакета шпону при пресуванні у гарячому пресі та в спектрі інфрачервоного випромінювання

- прогрівання в пресі при 150 °С
- прогрівання інфрачервоним випромінюванням при 230 °С
- ▲— прогрівання інфрачервоним випромінюванням при 150 °С

Наявність води в деревині та інших матеріалах рослинного походження суттєво впливає на поглинаючу здатність. Для води характерно значне поглинання та дуже слабе розсіювання випромінювання по всій області спектра ІЧ випромінювання. Резонансне поглинання випромінювання молекулами води приводить до розширення меж поглинання.

Висновки

Аналіз терморадіаційних та оптичних характеристик деревини, які змінюються під впливом інфрачервоного випромінювання, свідчить, що деревина за необхідної вологості та розмірів є матеріалом із високим

ступенем поглинання даного спектра випромінювання, що призводить до швидкого підведення тепла, рівномірного виведення вологи та стабілізує внутрішні напруження.

Пошукові дослідження з підведення тепла до пакетів шпону підтвердили високе поглинання деревиною ІЧ випромінювання та дають змогу стверджувати про раціональність застосування даного виду випромінювання як способу попереднього прогрівання пакетів шпону.

Список літератури

1. Бехта П. А. Технологія виробництва фанери : навч. посіб. / П. А. Бехта – К. : ІЗМН, 1996. – 280 с.
2. Peixing Wei, Brad Jianhe Wang, Chumping Dai, Siwei Huang, Xin Rao, Wending Li, Dingguo Zhou High-frequency Heating Behavior of Veneer-based Composites : Modelling and Validation. – 2014. BioResources 9 (2), 3304–3322.
3. Долацис Я. А. Воздействие ИК-излучения на древесину / Долацис Я. А., Ильясов С. Г., Красников В. В. – Рига : Зинатне , 1973. – 496 с.

Проанализированы теоретические основы переноса тепловой энергии инфракрасного излучения, терморрадиационные и оптические характеристики древесины, как объекта исследования. Разработана методика проведения измерения продолжительности прогрева пакетов шпона и определена кинетика нагрева пакетов при разных температурах.

Ключевые слова: *инфракрасное излучение, скорость прогрева, пакет шпона, поглощение, отражение, длина волны.*

Analyzed theoretical bases of the transfer of thermal energy of the infrared radiation thermoradiation and optical characteristics timber as the object of investigation. A method of measuring the length of warm veneer packages and determine the kinetics of heating packets at different temperatures.

Key words: *infrared radiation, heating speed, packet of veneer, absorption, reflection, wavelength.*