

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

3. Agranat, B. A., Kirillov, O. D., Preobrazhenskii, N. A., Khavskii, N. N. (1967). *Ultrazvuk v gidrometallurgii* [Ultrasound in hydrometallurgy]. Moscow: Metallurgy, 304 p. (in Russian).

4. Babakov, N. M. (1968). *Teoriia kolebanii* [Oscillations theory]. Moscow: Science, 560 p. (in Russian).

5. Holovach, V. M., Baranova, O. S. (2015). *Analiz reaktsii elementiv fanery na udarni vplyvy* [Analysis of plywood elements of response to the shock effects]. *Lisove i sadovo-parkove hospodarstvo*. – Forestry and Horticulture, # 8. – Retrieved from: <http://ejournal.studnubip.com/wp-content/uploads/2015/12/%D0%93%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%87.pdf>. (in Russian).

6. Holovach, V. M., Baranova, O. S. (2015). *Analiz vplyvu kharakterystyk defektu fanery na kilnist pulsatsii vykhidnoho syhnalu udarnoho datchyka* [Analysis of plywood defect characteristics on the number of pulsations shock sensor output signal]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*. – Scientific bulletin of National Forestry University of Ukraine, # 25.10, p. 280. (in Ukrainian).

Головач Валентин Михайлович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології деревообробки, Національний університет біоресурсів і природокористування України (провулок Сільськогосподарський, 17, м. Київ, 03041, Україна).

Головач Валентин Михайлович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии деревообработки, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины (переулок Сельскохозяйственный, 17, г. Киев, 03041, Украина).

Golovach Valentin – PhD in Technical Sciences, Assistant Professor, Department of Wood Processing Technologies, The National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (17 Selskohozyaystvennyi side street, 03041 Kyiv, Ukraine).

E-mail: vale_go@mail.ru

Баранова Ольга Сергіївна – аспірант кафедри технології деревообробки. Національний університет біоресурсів і природокористування України (провулок Сільськогосподарський, 17, м. Київ, 03041, Україна).

Баранова Ольга Сергеевна – аспірант кафедры технологии деревообработки. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины (переулок Сельскохозяйственный, 17, г. Киев, 03041, Украина).

Baranova Olha – PhD student of Department of Wood Processing Technologies, The National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (17 Selskohozyaystvennyi side street, 03041 Kyiv, Ukraine).

E-mail: olhabaranova@gmail.com

УДК 674.047

Андрій Єрошенко, Сергій Бойко

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕРЕВИННИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Андрей Ерошенко, Сергей Бойко

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Andriy Yeroshenko, Sergiy Boyko

STUDY PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF WOOD COMPOSITES

Проведено систематизацію й аналіз сучасних технологій виготовлення деревинних композитних матеріалів. Визначено загальні підходи до вимірювання основних фізико-механічних властивостей деревинних композитів. Запропоновано формули для визначення границі міцності і модуля пружності деревинних композитних матеріалів.

Ключові слова: *деревинні композиційні матеріали, фізико-механічні властивості, границя міцності, модуль пружності.*

Бібл.: 6.

Проведена систематизация и анализ современных технологий изготовления древесных композитных материалов. Определены общие подходы к измерению основных физико-механических свойств древесных композитов. Предложенные формулы для определения предела прочности и модуля упругости древесных композитных материалов.

Ключевые слова: *древесные композиционные материалы, физико-механические свойства, предел прочности, модуль упругости.*

Библ.: 6.

The systematization and analysis of modern technologies for production of wood composite materials was carried. The general approach to measuring the basic physical and mechanical properties of wood-based composites have been obtained. The formulas to determine the ultimate tensile strength and modulus of elasticity of composite wood materials are offered.

Key words: *wood composite materials, physical and mechanical properties, ultimate tensile strength, modulus of elasticity.*

Bibl.: 6.

Постановка проблеми. Виробництво деревинних плит – один із сегментів деревообробної галузі, який найбільш динамічно розвивається. Переробка деревинних відходів є одним з найбільш ефективних і раціональних напрямків ресурсозбереження та комплексного використання деревинної сировини, ефективної переробки більшості видів деревинних відходів і низькосортної деревини. Сталий розвиток виробництва деревинностружкових плит у нашій країні і за кордоном в останні роки пов'язаний зі зростанням попиту і спожи-

вання, насамперед з боку будівельної галузі і виробництва меблів. Однак деревинностружкові плити, що випускає вітчизняна промисловість, не завжди повною мірою відповідають вимогам споживачів, у першу чергу, за показниками міцності, водостійкості, токсичності. Тому актуальною є проблема сертифікації продукції деревооброблювального виробництва згідно зі стандартами ISO/IEC 17025 і ISO 9001/ ISO 9002 [1]. Проведення сертифікації вимагає створення нових протоколів виробництва деревинних композитів і дослідження їх фізико-механічних властивостей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні розроблення технологічних процесів виготовлення деревинних композитних матеріалів і дослідження їх властивостей активно здійснює наукова школа професора П. А. Бехти (Національний лісотехнічний університет України) [2]. Роботи щодо ресурсозберігаючих технологій перероблення низькосортної деревини в композити публікуються науковою школою професора О. О. Пінчевської (Національний університет біоресурсів і природокористування) [3]. Дослідженню личкованих стружкових плит присвячені роботи Л. М. Бойко і С. М. Кульмана [3]. Крім того, дослідження деревинних композитів проводять Remonini C., Hse Chung Yun, Угрюмов С. А. та інші.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Для отримання міцних і водостійких деревинностружкових плит часто використовують фенолоформальдегідні смоли, проте у разі їх використання в умовах зі змінними температурою і вологістю відбувається розбухання, знижується міцність і цілісність конструкцій з цих матеріалів. Одним з ефективних напрямків отримання деревостружкових плит з цілеспрямованим комплексом властивостей є застосування у процесі їх виготовлення альтернативних клеїв або модифікованих клейових складів. Методик дослідження фізико-механічних властивостей таких композитів немає.

Мета статті. Провести систематизацію і аналіз новітніх методів виготовлення деревинних композитних матеріалів і запропонувати методик дослідження їх фізико-механічних властивостей.

Виклад основного матеріалу. Основними методами оцінювання відповідності продукції, що сертифікується, вимогам нормативних документів вважаються:

1. Вимірювання. Мета методу – визначення значення параметра (величини) і того, наскільки близькі отримані результати вимірювання дійсному значенню. Показники точності визначаються допустимою похибкою вимірювань.

2. Випробування. Мета методу – аналогічна меті вимірювання, тільки при заданих факторах і режимах, які визначають значення параметра (величини) і того, наскільки близькі отримані результати вимірювання дійсному значенню при заданих факторах і режимах випробувань. Показник точності визначається сумою похибок факторів, режиму і вимірювань.

3. Контроль. Мета методу – встановлення того, що параметр (величина) при заданих факторах і режимах випробування знаходиться в межах заданого допуску, а також того факту, що ступінь достовірності знаходження величини (параметра) не виходить за допустимі межі. Показник точності визначається ймовірністю помилок I і II роду з урахуванням похибки вимірювань.

Особливості застосування кожного з цих методів, у першу чергу, визначаються завданнями, які покликана вирішувати випробувальна лабораторія у процесі сертифікації продукції.

Завдання сертифікаційних випробувань – отримання якісних або кількісних характеристик продукції, тобто проведення оцінювання здатності продукції, що сертифікується, виконувати покладені на неї функції в заданих умовах.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Завдання контролю – встановити, чи відповідають характеристики продукції величинам, що задані в нормативних документах (і за результатами випробувань у тому числі) [1].

Останнім часом як модифікатор фенолоформальдегідних смол ефективно застосовують олігомери фуранового ряду. У твердому стані вони мають підвищену міцність, водостійкість, хімічну стійкість, теплостійкість. Завдяки малій величині поверхневого натягу і малої в'язкості фуранові олігомери легко просочують деревину, заповнюючи порожнини клітин і проникаючи у клітинні стінки деревини, підвищуючи таким чином водо- і вологостійкість, міцність, опір займання [4].

Одним з можливих способів отримання деревинних композитів із заданим комплексом властивостей є їх модифікація, здатна збільшити їх біостійкість, пластичність, швидкість і ступінь затвердіння, знизити токсичність. Модифікація сполучного дозволяє забезпечити плитному матеріалу новий комплекс властивостей, що підвищують конкурентоспроможність продукції. Не тільки модифікуюча добавка може вплинути на поліпшення властивостей клейового складу, але і різні наповнювачі. При правильному виборі всіх цих компонентів можна значно поліпшити властивості клеїв, а також знизити їх собівартість і збільшити продуктивність основного обладнання.

Нині найбільш ефективними є наповнювачі і модифікатори фенолоформальдегідних смол. Як прискорювач затвердіння фенолоформальдегідних смол можуть використовуватися параформ, уротропін, суміш водних розчинів сірчанокислого амонію і гідроксиду натрію. Як наповнювач можуть використовуватися алкілрезорцин, полівінілбутіроль і каучук. Ці наповнювачі сприяють підвищенню еластичності клею, а також його вібростійкості і теплостійкості. Для підвищення водостійкості, скорочення часу затвердіння і зниження токсичності можуть використовуватися алюмосилікати. Модифікатором, що скорочують час затвердіння і температуру пресування, є мікрокремнезем. Для зниження токсичності смол і скорочення часу пресування може використовуватися поліакрилова кислота лінійної структури.

Модифікаторами, що підвищують еластичність клейового шару, є латекси або полівінілацетатна емульсія. Модифікаторами, що підвищують водостійкість і міцність клейового з'єднання, є резорцин або меламін. Модифікація синтетичних смол може проводитися хімічним або фізичним способами. Хімічна модифікація сприяє підвищенню властивостей клеїв, при даній модифікації у клейовий склад вводяться різні добавки, здатні змінювати хімічні, адгезійні, когезійні, еластичні й інші властивості. Як добавка також можуть використовуватися й інші види смол (як правило, синтетичних), які використовуються для виробництва різних деревинно-плитних матеріалів та інших клеєних деревних матеріалів.

Хімічно модифікувати фенолоформальдегідні смоли можна за допомогою етерифікації фенольних, метілольних і гідроксильних груп кислотами і похідними кислот. Методом етерифікації фенолоформальдегідних смол новолачного типу епіхлоргідриду отримують поліфункціональні епоксидні смоли. Крім цього, фенолформальдегідні смоли етерифікуються галоген-похідними вуглеводнів і хлорціану. Як вихідні мономерні речовини (добавки) у процесі синтезу фенолоформальдегідних смол застосовуються аміді (Анілін, меламін, карбамід, капролактамі), а також активні розчинники, мономери і (або) олігомери на основі сірки, фосфору, кремнію, бору.

Зменшення частки фенолу у процесі синтезу фенольних смол і заміна частини його на анілін підвищує діелектричні властивості і водостійкість резольних смол. Фенолоформальдегідні смоли, модифіковані фуріловим спиртом, стають більш стійкі до дії кислот, лугів та інших хімікатів. Добавка резорцину до фенолу у процесі синтезу смол дозволяє знизити температуру затвердіння смол і покращує їх адгезійні властивості. Фізична модифікація передбачає застосування фізичних і фізико-механічних методів теплового впливу на спо-

лучні склади, різних видів випромінювання, вібрації, впливу фізичних полів (ультразвукових, електричних і ін.).

З метою підвищення якості склеювання деревних частинок без значного просочення клеєм поверхневих шарів деревини і збільшення адгезійних зв'язків необхідно підвищення в'язкості клейового складу.

Для підвищення в'язкості фенолоформальдегідних смол гарячого методу затвердіння, використовується крейда в кількості 3–12 масових часток, деревне або пшеничне технічне борошно в кількості 3–6 масових часток, уротропін (3,5 мас. ч.). Ці наповнювачі надають клею потрібну в'язкість, липкість і забезпечують підвищення якості клейового шва.

До фенолоформальдегідних смол можуть додаватися відходи целюлозно-паперової промисловості – лігнін, який за хімічною структурою подібний до фенольної сировини. Використання лігніну приводить до зниження вартості готового клею, перш за все, за рахунок альтернативної заміни дорогого гідроксибензол у синтезі фенолоформальдегідних смол на більш дешеву фенольну сировину.

Щорічні обсяги заготівлі та переробки деревини зростають, що робить завдання утилізації відходів ще більш гострою.

Використання технічних лігнінів зумовлено, у першу чергу, екологічної доцільністю за рахунок відсутності шкідливих попутних продуктів. Наукові та практичні дослідження у сфері хімічної переробки лігніну здійснюються за двома позиціями: розроблення способів модифікації лігнінового препаратів і введення в макромолекулу лігніну фрагментів, а також деструкції високомолекулярних структур до низькомолекулярних з'єднань.

Відомий спосіб виробництва клею, заснований на поєднанні фенолоформальдегідної смоли з модифікатором (лігніном) у присутності розчинника. Відомий спосіб отримання клею на основі поєднання олігомера, отриманого в результаті конденсації фенолу з формальдегідом, з використанням у ролі модифікатора лігніну, затверджувача і розчинника, але ці сполучні є недостатньо водостійкими. Відомий спосіб виробництва модифікованих фенолоформальдегідних смол, заснований на конденсації фенолу з формальдегідом з введенням у реакційну суміш лігніну. Для підвищення водостійкості одержуваної смоли в реакційну суміш вводять кубовий залишок виробництва іметилтерефталату. При цьому знижується вміст вільного фенолу в середньому до 20 %, водостійкість клею підвищується на 30–50 %, що зумовлено як хімічною взаємодією карбонових кислот кубового залишку з фенолом, так і наявністю смолистих речовин і фталатів у його складі, які сприяють збільшенню клейових показників одержуваного сполучного, а також його водостійкості.

Також при модифікації фенольних смол можуть використовуватися лігносульфонати – нелінійні полімери, макромолекули яких мають тривимірну, сплетену в сітку структуру [4].

Пошук шляхів раціонального використання різних деревних відходів, у тому числі частинок з ознаками гниття, залишається актуальним.

Основним напрямком раціонального використання відходів деревини є отримання деревинних композиційних матеріалів – деревинних пластиків.

Нині деревинні пластики з використанням подрібненого деревного наповнювача виготовляють з обов'язковим додаванням сполучника на основі карбамідо-, меламіно- або фенолформальдегідних олігомерів. Це підвищує вартість виробів і погіршує санітарно-гігієнічні показники готової продукції. Крім того, виробництво деревинних пластиків з додаванням синтетичних сполучних екологічно небезпечно.

Виготовлення виробів на основі деревних відходів без додавання сполучника має переваги з позиції санітарно-гігієнічних і екологічних вимог. Однак розроблені в наш час способи отримання деревинних пластиків без додавання сполучника методом плоского пресування у відкритих і напівзакритих прес-формах мають певні недоліки: низька продуктивність, висока собівартість і ін.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Одне з вирішень цієї проблеми – використання екструзійних методів. Простота технології, невисокі вимоги до сировини в поєднанні з невеликими капітальними витратами забезпечили поширення цих методів. Екструзійна технологія дозволяє отримувати як суцільні, так і пустотні плити. Крім плит, можна виготовляти бруси, труби та інші профільні погонажні вироби. Технологія екструзії виключає таку складну операцію, як формування стружкового килима. Виготовлення виробів екструзійним методом забезпечує реальне зниження їх матеріаломісткості [5].

Незалежно від технології виготовлення деревинних композитних матеріалів границя міцності в МПа визначається за формулою:

$$\sigma_i = \frac{3Fl}{2bh^2},$$

де F – сила навантаження, що діє на зразок у момент руйнування, Н;

l – відстань між опорами випробувального пристрою, мм;

b – ширина зразка, мм;

h – товщина зразка, мм.

Модуль пружності при згині в МПа визначають за формулою:

$$E_i = \frac{l^3(F_2 - F_1)}{4bh^3(S_2 - S_1)},$$

де $F_2 - F_1$ – фіксований приріст навантаження Н;

$S_2 - S_1$ – приріст прогину, відповідне фіксованому збільшенню навантаження, що визначається за графіком з точністю до 0,1 мм.

Дослідження проводяться на випробувальному пристрою, що складається з двох паралельних горизонтальних опор з циліндричною поверхнею, які можна переміщати в горизонтальній площині, і ножа з циліндричною поверхнею, що розташований паралельно опорам на рівній відстані від них і переміщається у вертикальній площині відносно опор під час руху навантажувального елемента випробувальної машини.

Довжина опор і ножа повинна бути рівною ширині зразка або перевищувати її.

Радіуси циліндричної частини опор і ножа повинні бути рівні відповідно $(7,5 \pm 0,5)$ мм і $(15 \pm 0,5)$ мм. На опорах повинні бути нанесені позначки для установки зразків по центру опор. Індикатор для вимірювання прогину повинен мати похибку вимірювання переміщення не більше 0,01 мм [6].

Висновки і пропозиції. У сучасних умовах все більшого значення набувають завдання підвищення фізико-механічних властивостей і екологічних характеристик деревинних композитних матеріалів, що передбачає вдосконалення технології їх виготовлення, у тому числі з використанням низькоякісної деревини. Вітчизняними і світовими вченими розробляються новітні технології виготовлення деревинних композитів. Але незалежно від методу отримання композиту можуть бути застосовані єдині підходи до визначення їх фізико-механічних властивостей.

Список використаних джерел

1. Єрошенко А. М. Особливості сертифікації продукції деревооброблювального виробництва / А. М. Єрошенко // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. – 2011. – № 4 (53). – С. 257–261.
2. Бехта Павло Антонович [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://tdkm.nltu.edu.ua/kolektyv/bekhta.php>.
3. Кафедра технології деревообробки. Науково-дослідна робота [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://nubip.edu.ua/node/1163/2>.
4. Угрюмов С. А. Фурановые смолы в производстве клееных древесных материалов: монография / С. А. Угрюмов. – Кострома : КГТУ, 2012. – 142 с.
5. Исследование физико-механических свойств древесных пластиков, полученных методом экструзии / А. В. Артемов, В. Г. Бурындин, В. В. Глухих, В. Г. Дедюхин // Лесной журнал. – 2009. – № 6. – С. 101–106.
6. ГОСТ 10635-88. Плиты древесностружечные. Методы определения предела прочности и модуля упругости при изгибе.

References

1. Yeroshenko, A. M. (2011). Osoblyvosti sertyfikatsii produkttsii derevoobrobliuvalnoho vyrobnytstva [Peculiarities of woodworking industry products certification]. *Visnyk Chernihivskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Seriya: Tekhnichni nauky – Bulletin of Chernihiv State University of Technology. Series: Engineering*, no4 (53), pp. 257–261 (in Ukrainian).
2. Bekhta Pavlo Antonovych. Retrieved from: <http://tdkm.nltu.edu.ua/kolektyv/bekhta.php>. (in Ukrainian).
3. Kafedra tekhnolohii derevoobrobky. Naukovo-doslidna robota [Wood Technology Department. Research work].– Retrieved from: <http://nubip.edu.ua/node/1163/2> (in Ukrainian).
4. Ugriymov, S. A. (2012). *Furanovye smoly v proizvodstve kleynykh drevesnykh materialov [Furan resin in the production of laminated wood materials]*. Kostroma: KGTU, 142 p. (in Russian).
5. Artemov, A. V., Buryndin, V. G., Glukhikh, V. V, Dediukhin, V.G. (2009). Issledovanie fiziko-mekhanicheskikh svoystv drevesnykh plastikov poluchennykh metodom ekstruzii [Study of physico-mechanical properties of wood plastics obtained by extrusion]. *Lesnoi zhurnal – Forestry journal*, no. 6, pp. 101–106 (in Russian).
6. Plity drevesnostruzhechnye. Metody opredeleniia predela prochnosti i modulia uprugosti pri izgibe [Particle boards. Methods for determining ultimate strength and modulus of elasticity in bending]. *GOST 10635-88* (in Russian).

Єрошенко Андрій Михайлович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технологій машинобудування та деревообробки, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Ерошенко Андрей Михайлович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологий машиностроения и деревообработки, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Yeroshenko Andriy – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Mechanical Engineering and Wood Technology Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: yeroshenkoam@gmail.com

Бойко Сергій Васильович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технологій машинобудування та деревообробки, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

Бойко Сергей Васильевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологий машиностроения и деревообработки, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

Boyko Sergiy – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Mechanical Engineering and Wood Technology Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: svboyko.cstu@gmail.com

УДК 635.25/.26:631.563

Ірина Соломаха, Альона Жабинська

ВПЛИВ МЕТОДІВ ЗБЕРІГАННЯ НА ЯКІСТЬ ЦИБУЛЕВИХ ОВОЧІВ

Ірина Соломаха, Алёна Жабинская

ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ ХРАНЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ЛУКОВЫХ ОВОЩЕЙ

Iryna Solomakha, Alona Zhabynska

IMPACT OF STORAGE METHODS ON QUALITY OF BULBOUS ROOT VEGETABLES

У роботі наведено результати досліджень по зберіганню цибулевих овочів у різних пакувальних матеріалах, при різних температурних режимах.

Ключові слова: цибулеві овочі, лежкість, скорочення кількісних і якісних втрат під час зберігання, парафін.

Рис.: 1. Табл.: 6. Бібл.: 11.

В работе приведены результаты исследований по хранению луковых овощей в разных упаковочных материалах, при разных температурных режимах.

Ключевые слова: луковые овощи, лежкость, сокращение количественных и качественных потерь при хранении, парафин.

Рис.: 1. Табл.: 6. Библ.: 11.

The results of research of storage features of bulbous root vegetables in different packaging materials at different temperatures are presented in the paper.

Key words: bulbous root vegetables, storability, the reduction of the quantitative and qualitative losses during storage, paraffin.

Fig.: 1. Tabl.: 6. Bibl.: 11.