

ТЕХНОЛОГІЧНІ ЕТАПИ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ВЖИВАНОЇ ДЕРЕВИНИ НА ЯКІСНІ ЗАГОТОВКИ

Gayda S.V., Medvid L.V.

TECHNOLOGICAL STAGES OF PROCESSING POST-CONSUMER WOOD INTO HIGH-QUALITY BLANKS

Подано структурований алгоритм технологічних етапів перероблення вживаної деревини у розмірно-придатні та якісні заготовки для столярних плит. Запропоновано систему сортування, очищення та розкрою ВЖД з урахуванням ступеня забруднення, розмірної придатності та особливостей матеріалу, а також обґрунтовано застосування голкофрезерного інструменту для ефективного поверхневого очищення. Результати дослідження демонструють можливість підвищення виходу якісних заготовок і раціоналізації виробничого процесу при використанні ВЖД як вторинної сировини.

Ключові слова: вживана деревина, перероблення, технологічний процес, сортування, очищення, голкофрезерний інструмент, розкрій, столярні плити, заготовки, вторинна сировина.

Актуальність. Сучасні тенденції розвитку деревообробної промисловості орієнтовані на ресурсозбереження та екологічну безпеку технологій. На тлі зростання вартості деревини та обмеженості лісових ресурсів особливої ваги набуває залучення вживаної деревини (ВЖД) як додаткового джерела сировини. Запаси ВЖД постійно збільшуються за рахунок списання будівельних конструкцій, меблів, тарних і пакувальних матеріалів, деревинних муніципальних відходів тощо. Попри значний потенціал, ВЖД характеризується різноманітністю порід і матеріалів, наявністю металевих включень, старих покриттів і хімічних засобів захисту дерева, що ускладнює її технологічне використання без чітко структурованого алгоритму підготовки. Відсутність системних підходів до поетапного перетворення ВЖД у якісні розмірно-придатні заготовки для столярних плит та інших виробів стримує її широке впровадження у виробництво. Тому науково обґрунтоване виділення, опис та оптимізація технологічних етапів перероблення ВЖД є актуальним завданням.

Мета – сформулювати та обґрунтувати алгоритм технологічних етапів перероблення вживаної деревини у заготовки для столярних плит, з урахуванням її різноманітності, ступеня забруднення та розмірно-якісних характеристик.

Об'єкт дослідження – технологічний процес перетворення ВЖД на столярні заготовки та столярні плити (СП).

Предмет дослідження – структура, послідовність і логіка технологічних операцій (збирання, сортування, очищення, розкрій, контроль якості) при формуванні розмірно-придатних заготовок із ВЖД.

Розроблена загальний алгоритм перероблення ВЖД, який передбачає послідовне проходження матеріалу через такі базові технологічні етапи:

- **Збирання та накопичення ВЖД:** джерела: будівництво, транспорт і логістика, деревообробні підприємства, торговельна мережа, муніципальні й побутові відходи; фіксація походження партій ВЖД (конструкції, меблі тощо).

- **Первинна ідентифікація та сортування:** візуальний розподіл за походженням, породою, типом матеріалу (масив/плита), габаритами; виділення складних конструкцій, що потребують розбирання (дахи, альтанки тощо).

- **Демонтаж і видалення зовнішніх включень:** розбирання вузлів із фурнітурою, металевими з'єднаннями, армуванням; видалення видимого металу та елементів кріплення, механічних і мінеральних домішок.

- **Сортування за забрудненням і категоріями ВЖД:** поділ за ступенем забруднення покриттями, хімічними агентами, погодним вивітрюванням; формування категорій ВЖД-I – ВЖД-IV (від найчистішої до забрудненої).

- **Контроль на токсичність, радіацію та хімічні ризики:** за потреби – аналіз на токсичні речовини, радіонукліди, наявність заборонених компонентів покриттів; відсікання непридатної за санітарно-гігієнічними показниками ВЖД.

- **Очищення від металевих включень:** застосування металошукачів і металодетекторів; локальне випилювання ділянок із виявленим металом; винесення дефектних зон у потоки подрібнення.

- **Розкрій масивної ВЖД:** реалізація поперечно–повздовжньо–поперечної схеми: відтинання торців (шипів з'єднання, пошкоджені кінці); повздовжній розкрій на рейки; поперечний розкрій на кратні заготовки за довжиною.

- **Поверхнєве очищення та доведення:** механізоване очищення поверхні від старих покриттів та забруднень; застосування голкофрезерного інструменту та шліфувальних верстатів; за необхідності – додаткове виявлення металу.

- **Виготовлення заготівок і столярних плит із ВЖД:** формування чорнових і чистових заготовок заданої специфікації (довжина, ширина, товщина, тип перерізу, вид обробки); подальше використання заготовок для виготовлення столярних плит, меблевих щитів, інших виробів.

- **Контроль властивостей і прийняття рішень:** перевірка фізико-механічних показників СП із ВЖД (міцність, формостійкість тощо); оцінка ефективності залучення ВЖД для матеріального використання; коригування алгоритму та параметрів сортування/очищення за результатами контролю.

Для формалізації технологічних етапів запропоновано табличну модель процесу підготовки ВЖД, що включає: ідентифікацію – за походженням, матеріалом (масив, плита), видом, типом; сегрегацію – за вологістю, токсичністю, радіацією, розмірами; сортування – за забрудненням, призначенням, породою, матеріалом; поділ на категорії – ВЖД-I, ВЖД-II,

ВЖД-III, ВЖД-IV; визначення придатності – для конкретних видів продукції; варіанти використання – у подрібненому (стружка) та цілісному вигляді (заготовки); рівні очищення – зовнішнє, поверхнєве, внутрішнє, комплексне; розкрій/подрібнення – поперечний, повздовжній, на стружку чи тріску.

Такий підхід дозволяє пов'язати технологічні етапи з чіткими критеріями, що критично важливо для автоматизації та програмного моделювання процесу.

Висновки. Сформовано структурований алгоритм технологічних етапів перероблення вживаної деревини в якісні заготовки, який поєднує ресурсний, сортувально-аналітичний, очищувальний, розкрійний та контрольний блоки. Запропонована система класифікації та критеріїв оцінки ВЖД (походження, матеріал, забруднення, розмірна придатність, токсичність) забезпечує можливість моделювання та автоматизації технологічних рішень. Використання нечітко-логічного підходу для сортування ВЖД дозволяє раціонально формувати розмірно-придатні групи та прогнозувати вихід заготовок заданої специфікації. Обґрунтовано доцільність застосування голкофрезерного інструменту як ключового елемента поверхневого очищення, особливо для нерівних, забруднених і модифікованих деревинних матеріалів. Розроблений типовий план цеху підготовки ВЖД із розподілом за потоками (категорії, вид матеріалу) та спеціалізованими зонами очищення, розкрою й контролю забезпечує технологічну завершеність процесу та мінімізацію втрат. Підготовлена за описаними етапами ВЖД є повноцінною сировиною для виготовлення столярних плит, меблевих щитів та інших конструкційних матеріалів, що сприяє підвищенню рівня циркулярності лісового сектору та ефективнішому використанню деревинних ресурсів.

Список використаних джерел

1. Gayda, S. V., & Bilyy Ya. M. (2016). The investigation of the shape stability of glued panels made of post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 42, 69–79. <https://doi.org/10.36930/42164211>
2. Gayda, S. V., & Kiyko, O. A. (2021). Properties of used wood as a determining factor in the quality of furniture products. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 23, 152–162. <https://doi.org/10.15421/412135>
3. Gayda, S. V., & Kiyko, O. A. (2023). Study of Physical and Mechanical Properties of Post-Consumer Wood of Different Age. *Drewno. Prace naukowe. Doniesienia. Komunikaty*, 66(212), article ID 00010. <https://doi.org/10.53502/wood-177453>
4. Gayda, S. V. (2018), MDF Facade Technologies. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 72-82. <https://doi.org/10.36930/42184410>
5. Gayda, S. V., & Ferents, O. B. (2025). Comparative analysis of alternative technologies for wooden house construction. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 51, 49-63. <https://doi.org/10.36930/42255104>
6. Gayda, S. V., & Kiyko, O. A. (2020). The investigation of properties of blockboards made of post-consumer wood. *Poznan , Drewno*, 63(206), 77-102. <https://doi.org/10.12841/wood.1644-3985.352.10>
7. Gayda, S. V. (2007). Research of concentration of operations is in modern furniture Production. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 33, 73–79. <https://doi.org/10.36930/42073312>

8. Gayda, S. V. (2007). A problem of arboreal raw material is in Europe and Ukraine. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 33, 60–63. <https://doi.org/10.36930/42073314>
9. Gayda, S. V. (2016). Technological approaches to cleaning of surface of post-consumer wood of needle-milling tools. *Bulletin of KhNTUA*, 178, 3–11. [In Ukrainian]. URL: <https://repo.btu.kharkiv.ua/items/1cd3f001-fcc1-4b17-8b02-c81061b98bb3>.
10. Gayda, S. V. (2017). Using fuzzy expert systems for decision support in the process of post-consumer wood sorting. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 43, 5–20. https://doi.org/10.36930/4217430_1
11. Gayda, S. V. (2023). Determination of the circularity indicator in the forest sector according to the principles of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 99–114. <https://doi.org/10.36930/42234908>
12. Gayda, S. V. (2023). State and analysis of the dynamics indicators of the production volume of the woodworking and furniture industry. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 4–19. <https://doi.org/10.36930/42234901>
13. Gayda, S. V. (2024). Analysis of the trend of the main indicators of the wood processing industry in the context of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 50, 4–15. <https://doi.org/10.36930/42245001>
14. Gayda, S. V. (2025). Analysis of trends in the production volumes of construction materials in Ukraine and Europe. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 51, 33–48. <https://doi.org/10.36930/42255103>
15. Gayda, S. V. (2025). Dynamics of the wood harvesting industry in the context of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 51, 4–16. <https://doi.org/10.36930/42255101>
16. Gayda, S. V., & Medvid, L. V. (2024). Construction of the mathematical model of the strength of post-consumer wood made blockboard of different designs. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 27, 189–198. <https://doi.org/10.15421/412424>
17. Gayda, S. V., Kiyko, O. A., & Guz, M. M. (2022). Comparative studies of the macro- and microstructures of stump-root wood and stemwood. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, 64(3), 131–142. <https://doi.org/10.2478/ffp-2022-0013>
18. Gayda, S. V., Kushpit, A. S., & Huber, Yu. M. (2023). Analysis of implementation of Industry 4.0 principles in furniture production. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 73–84. <https://doi.org/10.36930/42234906>
19. Medvid, L. V., & Gayda, S. V. (2023). Determination of the strength indicators of normal blockboard made of post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 85–98. <https://doi.org/10.36930/42234907>
20. Gayda, S. V., & Kyryanka, V. V. (2025). Development of approaches for the utilization of wood residues and waste from the processing of wood and composite structural materials in furniture manufacturing at LLC "Fortuna-Mebli". *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 51, 109–123. <https://doi.org/10.36930/42255108>
21. Gayda, S. V., & Lesiv, L. E. (2023). Mathematical model of forecasting volumes of post-consumer wood production. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 33–47. <https://doi.org/10.36930/42234903>
22. Заячук, В.Я. (2005). Дендрологія. Голонасінні. Львів: Фірма Камула, 176 с. https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=uk&user=PmXnWewAAAAJ&citation_for_view=PmXnWewAAAAJ:YFjsv_pBGBYC
23. Іванюк, А.П., Заячук, В.Я., Лисюк, Р.М., Дармограй, Р.Є. (2023). Перспективи використання деревини *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. *Вісник Сумського національного аграрного університету*, 2, 38–46. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.2.5>
24. Іванюк, А.П., Заячук, В.Я., Харачко, Т.І., Колодій, Т.В., М'якуш, Б.М. (2021). Фізичні властивості деревини павлової повстистої (*Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud.). *Науковий вісник НЛТУ України*, 31(4), 71–75. <https://doi.org/10.36930/40310411>