

УДК 674.8

МІЦНІСТЬ КОМБІНОВАНИХ СТОЛЯРНИХ ПЛИТ ІЗ ВЖИВАНОЇ ДЕРЕВИНИ

Гайда С.В., доц., канд. техн. наук, serhiy.hayda@nltu.edu.ua
(Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна)

Встановлено, що ВЖД є придатним джерелом сировини для виготовлення СП. Досліджено, що міцність на статичний згин СП із ВЖД для всіх експериментальних зразків задовольняє нормативні вимоги. Доведено, що для забезпечення показників міцності СП із ВЖД ширина рейок не повинна перевищувати чотирикратну товщину. Отримано адекватні регресійні моделі, які можуть бути використані для опису об'єкта дослідження. Обґрунтовано, що використання ВЖД у майбутньому буде приносити фінансову та еколого-економічну вигоду, що підтверджено техніко-економічними показниками.

Актуальність. Виробнича діяльність завжди вимагає великої та постійної кількості сировинного ресурсу. І таким ресурсом є вживана деревина (ВЖД). Використання цього додаткового сировинного додатку в технологіях деревооброблення є актуальною проблемою сьогодення. Перероблення ВЖД для матеріального виробництва, зокрема столярних плит (СП) є рентабельною та ефективною через низьку собівартість даної деревної біомаси.

Проблема, що досліджується – перевірка нових конструкцій СП із ВЖД на показник міцності на статичний згин. Розроблення технології комбінованих СП із ВЖД є раціональним та комплексним підходом до зменшення проблеми.

Стан питання. Напрацювання закордонних та вітчизняних вчених із зазначеної проблеми стосуються, в основному, використання виробничих деревних відходів, без залучення ВЖД до процесу перероблення. Багаторічний досвід вчених НЛТУ України з дослідження ВЖД заклав науково-технічні основи з вивчення цього додаткового ресурсу [1-18]. Розроблено нові конструкції матеріалів та запропоновано технологічні рішення, які забезпечують виготовлення якісних виробів [2, 4-7, 12, 14, 16-18]. Дослідження комбінованих СП із ВЖД за різними показниками та розроблення практичних рекомендацій викликає великий практичний інтерес як науковців, так і виробничників [1, 4, 6, 9, 11].

Об'єкт дослідження – комбіновані СП із ВЖД різних порід.

Предмет дослідження – міцність на статичний згин СП із ВЖД.

Матеріали: Вживані віконні та дверні блоки, вживані елементи корпусних меблів, розбірні конструкції каркасів будинків, вживані задні стінки корпусних меблів із фанери 4 мм, клей ПВА марки «Jowat 103.05».

Мета досліджень – розробити конструкції комбінованих СП із ВЖД, які б відповідали за міцністю вимогам стандарту.

Загальна методика досліджень. Для реалізації поставлених завдань було розроблено комплексну методику, яка включала методику виготовлення комбінованих СП із ВЖД та методику визначення границі міцності під час статичного згину взірців СП із ВЖД.

Технологія СП із ВЖД. Столярна плита виготовляється товщиною 22 мм у відповідності з ГОСТ 13715-78. Задіяні породи, з яких вони були виготовлені СП із ВЖД, це сосна, ялина, ялиця, дуб та бук. Для створення комбінованих СП із ВЖД була використана ДСП. Конструкції СП включали почергове укладання рейок однієї породи та рейок з ДСП. Столярні щити були личковані фанерою товщиною 4 мм. Таким чином, було одержано п'ять однотипних СП із ВЖД.

Технологічний процес виготовлення СП із ВЖД є особливим і складався з наступних стадій: очищення деревини від фурнітури та інших сторонніх включень; руйнування шипових з'єднань та вирізання дефектних місць; очищення деревини від ЛФМ; фугування пластів; повздовжній розкрій деревини; двобічне фрезювання крайок; торцювання в розмір; склеювання столярного щита; розкрій фанери; напресування на столярний щит фанери; форматний розкрій; шліфування. Поперечні розміри чистових рейок в столярному щиті становили 16×16, 48×16, 80×16. Тобто було використано максимально можливий діапазон співвідношень ширини до товщини – 1:1...1:5. Довжина рейок становила 500 мм, що становить максимальний розмір для лабораторних пресів.

Отримання столярного щита включає: підбір рейок за шириною рейок та за кутом нахилу річних шарів для звичайних плит, а для комбінованих – почергове укладання рейок з різних матеріалів, нанесення клею на крайки рейок з витратою 200-250 г/м², склеювання у ваймі, витримка, калібрування. Режимні параметри комбінованих СП із ВЖД становлять: для столярного щита: температура – 85-90°C, час витримки – 30-40 хв, тиск – 0,5-1,0 МПа; для столярної плити: температура – 115-120°C, час витримки – 4-6 хв, тиск – 1,2-1,3 МПа.

Методика реалізації композиційного В-плану. Оскільки дослідження базувалися на вивченні залежності характеристик структурних компонентів СП на фізико-механічні характеристики отриманих плит, тому було реалізовано п'ять В-планів другого порядку, оскільки досліджувалось вплив п'яти порід дерев (табл. 1). Змінними факторами комбінованих із ВЖД ширини рейок із масиву ($V_{ВЖД}$) та ДСП ($V_{ДСП}$), розміри яких в щиті становили 16, 48 та 80 мм.

Таблиця 1 – Матриця планування В-плану для двох змінних факторів

№ досліджу	Значення вхідних факторів у досліді				
	У натуральному позначенні		У кодованому позначенні		
	$V_{ВЖД}$	$V_{ДСП}$	x_1	x_2	
ПФП 2	1	16	16	-1	-1
	2	80	16	1	-1
	3	16	80	-1	1
	4	80	80	1	1
Зіркові точки	5	16	48	-1	0
	6	80	48	1	0
	7	48	16	0	-1
	8	48	80	0	1

Виготовлення зразків проводиться у відповідності з ГОСТ 9625-87, а відбір зразків, їхня кількість, підготовка до випробувань – за ГОСТ 9620-72. Зразки комбінованих СП із ВЖД для випробування на статичний згин виготовлялись із одержаних СП формату 500×500 мм (рис. 1) і мали розміри 330×50×22 мм.



Рисунок 1 – Загальний вигляд експериментальних комбінованих СП із ВЖД

Результати випробування комбінованих СП із ВЖД. У ході випробування комбінованих СП із ВЖД з шириною рейок 48 мм для деревини сосни на міцність при статичному згині впоперек рейок було отримано полігон розподілу та криву нормального розподілу (рис. 2).

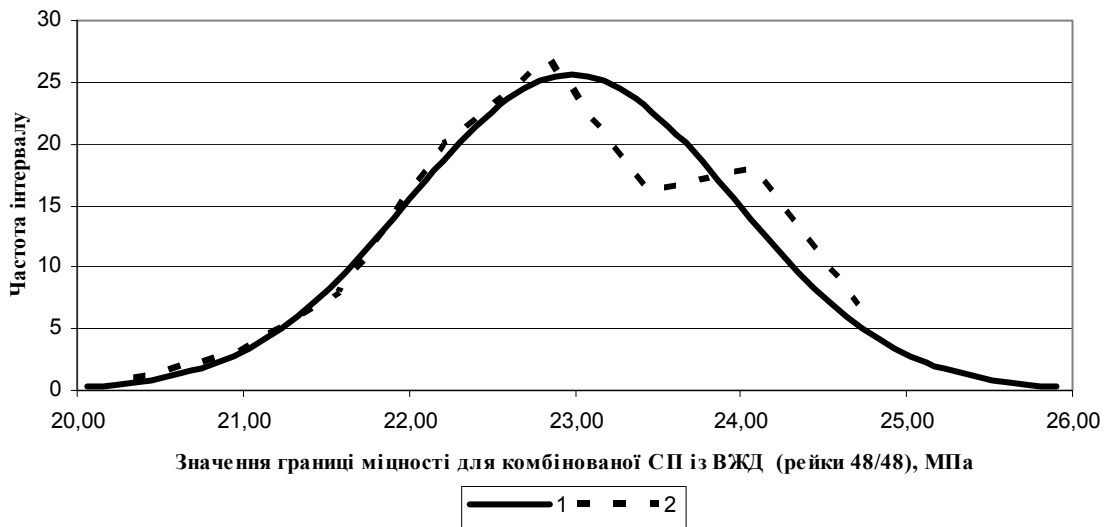


Рисунок 2 – Крива та полігон нормального розподілу значень

Порівняльний аналіз фізико-механічних властивостей одержаних комбінованих СП із ВЖД з шириною рейок 48 мм для різних порід деревини представлений в табл. 2 та на рис. 3.

Таблиця 2 – Результати міцності комбінованих СП із ВЖД на статичний згин

Конструкції СП із ВЖД	Розрахункове значення	Нормативне значення	Відхилення %
Сосна / ДСП	23,01	15	153
Ялина / ДСП	20,49	15	137
Ялиця / ДСП	18,35	15	122
Дуб / ДСП	28,19	15	188
Бук / ДСП	27,67	15	184

Як видно з гістограми (рис. 3) всі комбіновані СП із ВЖД при ширині рейки 48 мм відповідають вимогам стандарту (15 МПа) ГОСТ 13715-78 "Плити столярні. Технічні умови". Бачимо, що найменшу міцність має комбінована СП із ВЖД, щит якої виготовлений з використанням рейок з ялиці – 18,35 МПа, а найбільшу – з використанням рейок з дуба – 28,19 МПа. При використанні хвойних порід міцність при статичному згині у зразках комбінованих СП із ВЖД коливалась в діапазоні 18,35...23,01 МПа, а твердолистяних – 27,67...28,19 МПа. Судячи з характеру руйнування всіх зразків (по внутрішніх шарах ДСП), впливає, що зсув по внутрішньому шарі в ДСП пов'язаний з низькою міцністю в центрі плити.

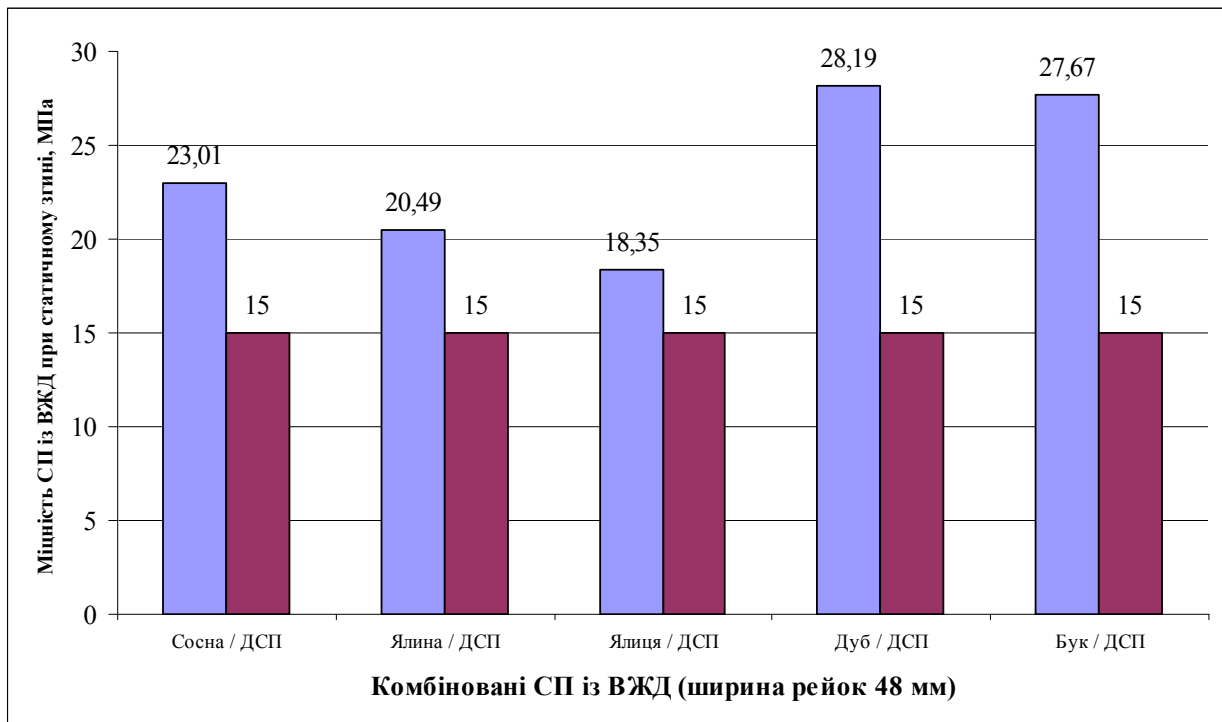


Рисунок 3 – Гістограма міцності комбінованих СП із ВЖД на статичний згин

Результати досліджень впливу ширини рейок різних порід комбінованих СП із ВЖД. Здійснивши статистичну обробку експериментальних даних, одержали наступні рівняння регресії, які описують вплив ширини рейок за породою на границю міцності при статичному згині комбінованих СП із ВЖД:

а) сосна/ДСП : $y=23,010-1,828x_1-4,075x_2-0,073x_1^2+0,555x_2^2-0,138x_1x_2$,

б) ялина/ДСП : $y=20,487-1,191x_1-2,824x_2-0,511x_1^2+0,309x_2^2+0,100x_1x_2$,

в) ялиця/ДСП : $y=18,347-1,577x_1-3,089x_2-0,328x_1^2+0,458x_2^2-0,319x_1x_2$,

г) дуб/ДСП : $y=28,191-2,688x_1-6,573x_2-0,152x_1^2-0,934x_2^2-0,834x_1x_2$,

д) бук/ДСП : $y=27,768-2,178x_1-4,461x_2-0,098x_1^2+1,071x_2^2-0,044x_1x_2$,

Аналізуючи рівняння регресії, бачимо що найбільший вплив на вихідне значення функції має безумовно фактор x_2 , та значно менше фактор x_1 . При

чому зі зростанням x_1 та x_2 вихідне значення зменшується. Графічні інтерпретації отриманих регресійних залежностей за деякими породами рейок представлені на рис. 4. Як видно з рис. 4, збільшення ширина рейки з ВЖД (масив) СП призводить до зменшення **міцності на статичний згин σ_u** . Тенденція щодо залежності впливу ширина рейки з ВЖД (ДСП) на зменшення **міцності на статичний згин** є аналогічною. За результатами експерименту здійснено оптимізацію ширини рейок із деревини ялиці, зафіксувавши розмірні параметри ширини рейок СП із ВЖД: $V_{ВЖД} = 64$ мм; $V_{ВЖД} = 80$ мм, щоб міцність на статичний згин буде не менше за нормативне значення 15 МПа.

Отже, найбільше на міцність СП на статичний згин впливає ширина рейки $V_{ВЖД(ДСП)}$, і значно менше впливає ширина рейки з $V_{ВЖД(порода)}$.

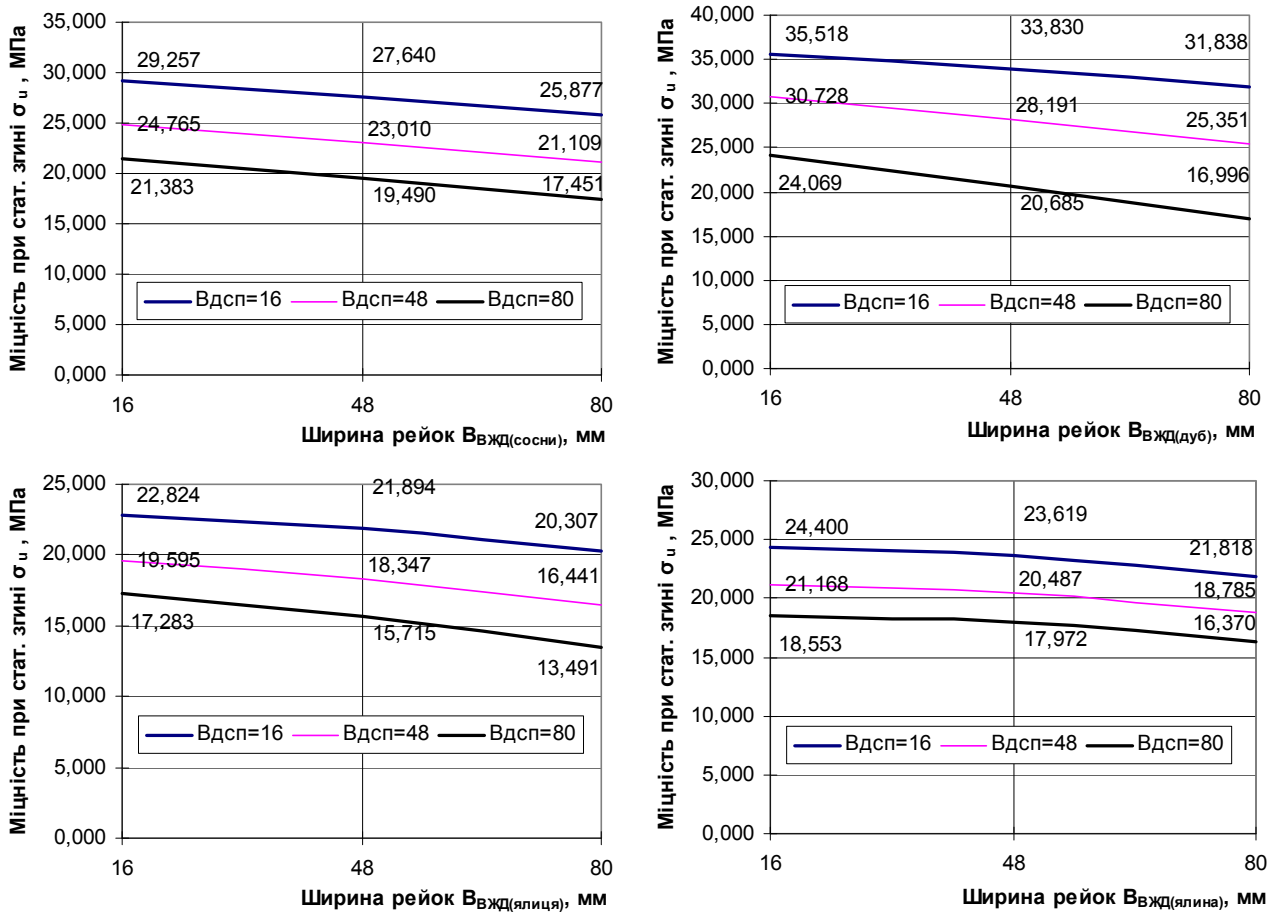


Рисунок 4 – Залежність міцності СП із ВЖД від ширини та породи рейки

Висновки

1. Встановлено, що ВЖД є придатним джерелом сировини для виготовлення столярних плит, зокрема комбінованої конструкції.
2. Досліджено, що міцність на статичний згин СП із ВЖД товщиною 22 мм для всіх експериментальних зразків задовольняє нормативні вимоги (15 МПа).
3. Доведено, що для забезпечення показників міцності СП із ВЖД ширина рейок не повинна перевищувати чотирикратну товщину. Найміцніші плит при співвідношенні товщина/ширина 1:1.

4. Отримано адекватні регресійні моделі, що можуть бути використані для опису об'єкта дослідження.

5. Обґрунтовано, що використання ВЖД у майбутньому буде приносити фінансову та еколого-економічну вигоду, яка підтверджується техніко-економічними показниками.

Список літератури

1. Гайда С.В., Кійко О.А. Формостійкість як критерій якості столярних плит із вживаної деревини // Наукові праці Лісівничої академії наук України: зб. наук. праць. – Львів: НЛТУ України. – 2018, вип. 17. – С. 168-182.

2. Гайда С.В. Технология и свойства мебельного щита (МЩ) из вторично используемой древесины (ВИД) // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. научных трудов. – Брянск: БГИТА. – 2017, вып. 48. – С. 34-38.

3. Гайда С.В., Войтович І.Г. Дослідження міцності та стійкості елементів гратчастих меблевих виробів із вживаної деревини // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ ім. П.Василенка. – 2017, вип. 189. – С. 62-70.

4. Gayda S.V. Research on physical and mechanical characteristics of front blockboards made from post-consumer wood // Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть: міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2016, вип. 42. – С. 33-50.

5. Гайда С.В., Білий Я.М. Дослідження формостійкості клеєних щитів із вживаної деревини // Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть: міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2016, вип. 42. – С. 69-79.

6. Gayda S.V. A investigation of form of stability of variously designed blockboards made of post-consumer wood // ProLigno: Scientific Journal. – Editura Universitatii «TRANSILVANIA» din Brasov. – 2016. – Vol. 12. No.1. – P. 22-31.

7. Гайда С.В. Технологічні підходи до поверхневого очищення вживаної деревини голкофрезерним інструментом // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ ім. П.Василенка. – 2016, вип. 178. – С. 3-11.

8. Гайда С.В. Эколого-технологические аспекты переработки вторично используемой древесины для производства прессованных материалов // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – Мытищи: МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2016, том 20, вып. 3. – С. 15-22.

9. Гайда С.В. Формоустойчивость столярных плит из вторично используемой древесины // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. научных трудов. – Брянск: БГИТУ. – 2016, вып. 46. – С. 148-152.

10. Gayda S.V. Modeling properties of blockboards made of post-consumer wood on the basis of the finite element method // Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть: міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2015, вип. 41. – С. 39-49.

11. Гайда С.В. Технології і фізико-механічні властивості столярних плит із вживаної деревини // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів : науковий журнал. – Харків: ХНТУСГ ім. П.Василенка. – 2015, вип. 3. – С. 145-152.

12. Гайда С.В. Технології та рекомендації до використання вживаної деревини в деревообробленні // Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть: міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2013, вип. 39.1. – С. 48-67.

13. Гайда С.В. Основи формування класифікатора вторинних деревинних ресурсів // Наукові праці Лісівничої академії наук України: зб. наук. праць. – Львів: НЛТУ України. – 2013, вип. 11. – С. 208-215.

14. Гайда С.В. Ресурсощадні технології перероблення вживаної деревини / Серія «Техніка та енергетика АПК» // Науковий вісник НУБіП України: зб. наук. праць. – К.: РЦ НУБіП України. – 2013, вип. 185. – Ч.2 – С. 271-280.

15. Гайда С.В. Вживана деревина – додатковий ресурс сировини / Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть: міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2011, вип. 37.1. – С. 238-244.

16. Gayda S.V. Production techniques and properties of fuel pellets produced from post-consumer wood // Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть: міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2012, вип. 38. – С. 112-150.

17. Gayda S.V., Maksymiv V.M. From recycled post-consumer wood towards prime quality particleboard // Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть: міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2010, вип. 36. – С. 57-77.

18. Гайда С.В., Кийко О.А. Технология очистки вторично используемой древесины иглофрезерными станками // Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса: материалы II междунар. науч.-технич. конф., 9-11 сентября 2013 г. – Кострома: Изд-во КГТУ. – 2013. – С. 36-39.

Аннотация

ПРОЧНОСТЬ КОМБИНИРОВАННЫХ СТОЛЯРНЫХ ПЛИТ ИЗ ВТОРИЧНО ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДРЕВЕСИНЫ (ВИД)

С.В. Гайда

Установлено, что ВИД пригодный источник сырья для изготовления СП. Доказано, что прочность на статический изгиб СП из ВИД для всех экспериментальных образцов удовлетворяет нормативные требования. Доказано, что для обеспечения показателей прочности СП из ВИД ширина реек не должна превышать четырехкратную толщину. Получены адекватные регрессионные модели, которые могут быть использованы для описания объекта исследования. Обосновано, что использование ВИД в будущем будет приносить финансовую и эколого-экономическую выгоду, что подтверждается технико-экономическими показателями.

Abstract

STRENGTH OF COMBINED BLOCKBOARD MADE OF POST-CONSUMER WOOD (PCW)

S. Hayda

It is established that post-consumer wood (PCW) is a suitable source of raw materials for the production of blockboard. It was investigated that the static bending strength of PCW with PCW for all experimental samples satisfies the regulatory requirements. It has been proved that in order to ensure the strength of the joint venture with PCW, the width of the rail should not exceed four times the thickness. Adequate regression models that can be used to describe a research object are obtained. It is substantiated that the use of PCW in the future will bring financial and ecological and economic benefits, which is confirmed by technical and economic indicators.