

УДК 674.8

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ПОВЕРХНЕВОГО ОЧИЩЕННЯ ВЖИВАНОЇ ДЕРЕВИНИ ГОЛКОФРЕЗЕРНИМ ІНСТРУМЕНТОМ

Гайда С.В., доц., канд. техн. наук, gaida@e-mail.ua

(Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна)

Розраховано потенціал вживаної деревини (ВЖД). Проаналізовано технологічні підходи до очищення ВЖД. Розроблено способи очищення ВЖД голкофрезерним інструментом. Запропоновано технологію та план цеху з очищення ВЖД різного походження та поверхневого забруднення. Запропоновано режимні параметри і практичні рекомендації.

Ключові слова: *вживана деревина, голкофрезерний інструмент, очищення, способи підготовки, деревообробні технології, рекомендації.*

Актуальність. Використання деревних відходів, в тому числі ВЖД, в якості матеріалу, без додаткової підготовки, є досить часто проблематично, зокрема, у зв'язку з різними забрудненнями деревини. Вироби з деревини для довготривалої експлуатації оброблялися органічними і неорганічними засобами захисту, лакофарбовими, паперовими або плівковими матеріалами. Ці засоби захисту, як консерванти, завдяки структурі деревини і технологій оздоблення, розташовуються на поверхні деревини або фіксуються тільки на верхніх міліметрах безпосередньо в структурі деревини. Крім того, деревні відходи ВЖД мають мінеральні та неорганічні домішки з будівельних матеріалів, такі як, наприклад, цемент, гіпс, бетон і толь. Ці домішки бувають тільки зовнішніми, що залежить від способу використання деревини, наприклад, як опалубка, стельові балки тощо. У старих меблевих виробках, виробках від торгівлі (тара, піддони) або зовнішнього господарського використання, пиломатеріалах і т.д. знаходяться цвяхи, гвинти і скоби, зроблені з заліза і кольорових металів [1, 6].

Разом з видами домішок, перерахованих вище, часто відбувається вивітрювання деревини, яке відбувається в зв'язку з погодними умовами навіть в захищеній деревині і, як правило, їх видно за підвищеною рихлістю і за потемнінням поверхні деревини. У всіх цих випадках, необхідно проводити поверхневе очищення від захисних покриттів або знімати певну кількість поверхневого шару дерев'яного матеріалу, щоб забезпечити можливість використання решти внутрішньої частини ВЖД доброї якості для матеріального виробництва.

Механічне оброблення ВЖД струганням поверхні, виходячи з викладених міркувань, не може бути здійснене. Це також пов'язано з наявністю мінеральних і металевих включень, з різними і неправильними

формами, розмірами ВЖД. Таким чином, щоб забезпечити якісно підготовлену ВЖД до подальшого перероблення, потрібні технологічно і економічно обґрунтовані способи очищення ВЖД, якими і є методи з використанням голкофрезерного інструменту.

Розроблення високоефективних механічних способів очищення ВЖД, які максимально враховують особливості фізико-механічних властивостей оброблюваних матеріалів вторинного використання, є актуальним завданням, і представляє інтерес для багатьох областей деревооброблення, так як максимальне використання деревних відходів, в тому числі ВЖД, в сучасних умовах забезпечує деревообробну галузь додатковим джерелом сировини [1-8].

Проблема – розроблення технології очищення ВЖД як джерела додаткового сировинного ресурсу для різних технологій деревообробки.

Мета дослідження – розроблення технологічних підходів поверхневого очищення ВЖД для подальшого матеріального перероблення за допомогою голкофрезерних інструментів. Крім того, ціллю даного дослідження є створення способів, які дозволяють знімати поверхневий шар, наприклад, лакофарбовий, з ВЖД різного походження, незалежно від її розміру, поперечного профілю і характеру поверхневого забруднення.

Об'єкт дослідження – ресурсозберігаюча технологія підготовки сировини, очищеної голкофрезерними верстатами.

Предмет дослідження – закономірності впливу характеристик голкофрезерного інструментів на якість очищеної ВЖД.

Класифікація ВЖД. У НЛТУ України розроблений Класифікатор ВЖД і запропоновано для законодавства України чотири категорії ВЖД і відходи ліквідації, які не входять до жодної з категорій [5].

Потенціал ВЖД. Розрахунок потенціалу ВЖД виконано на основі інформаційний статистичних даних Державного агентства лісових ресурсів України щодо заготівлі деревини. Зокрема при заготівлі деревини у 2015 р. на рівні 19,3 млн. м³ (13,5 млн. т) потенційний обсяг ВЖД становить 2,1 млн. т (рис. 1) [7].

Аналіз стану питання. Актуальною особливістю голкофрезерного інструменту є його гнучка робоча поверхня, утворена безліччю робочих елементів – пружних кінцівок дротинок, що дозволяє використовувати дротовий інструмент для обробки заготовок з можливими відхиленнями від правильної геометричної форми. Дротові голкофрези ефективно застосовуються для наступних операцій: зняття антикорозійного поліетиленового покриття з кінців труб; видалення іржі, окалини з поверхні заготовок і деталей; підготовки поверхні під зварювання, пайку, покриття і дефектоскопії; зачистки підсилень і проплав зварних швів, напливів металу; зняття задирок і округлення гострих крайок після механічного оброблення; заокруглення гострих крайок на литих і штампованих заготовках; та інші очисні операції [4, 8].

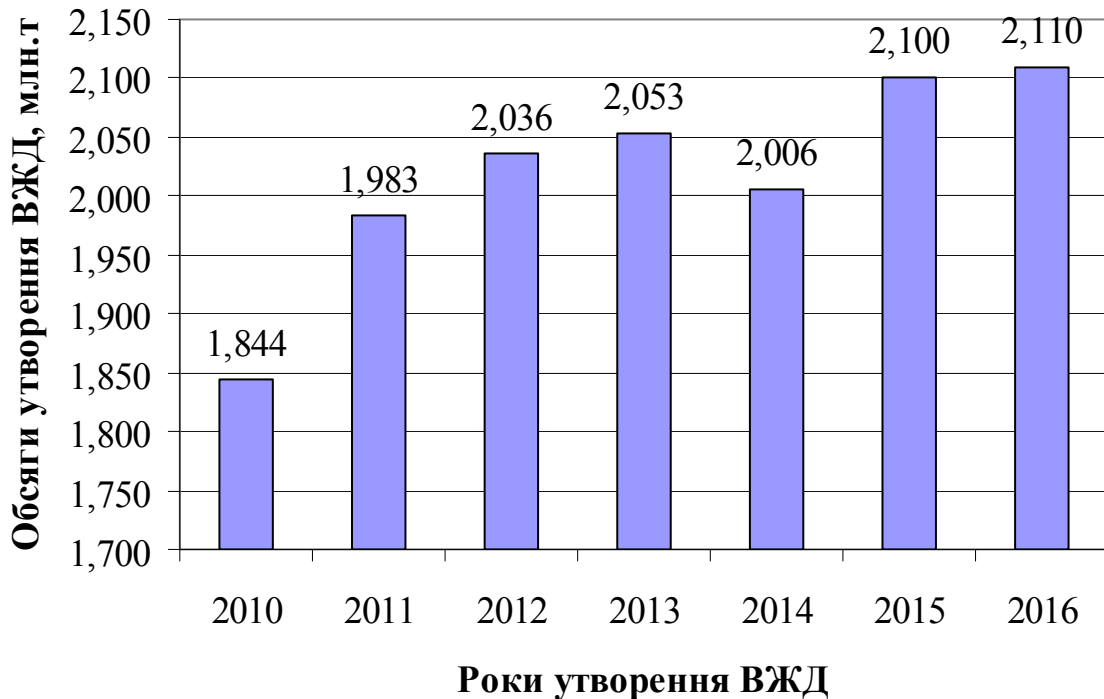


Рисунок 1 – Потенційні обсяги утворення ВЖД в Україні

В основі голкофрезерного оброблення ВЖД лежить ефект зосередженого сумарного силового впливу пружинно-вигнутих дротяних елементів голкофрези на оброблювану поверхню деревини. Ворсом голкофрези є сталевий пружинний дріт діаметром 0,3...0,9 мм (матеріал – сталь 60Г). Сучасна промисловість випускає голкофрези різних видів: торцеві, циліндричні (діаметр $D = 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500$ мм, ширина $B = 20, 24, 30, 32, 34, 50, 60, 70, 75, 85, 90, 100, 105, 140, 160$ мм), валкові, з плетеним елементами і з гофрованої дроту.

З огляду на вищевказані переваги голкофрезерного інструменту, в процесі досліджень, визначено основні сфери застосування голкофрез в деревообробній галузі, а саме очищення ВЖД від поверхневих забруднень:

- ефективне використання голкофрезерного інструменту для зняття лакофарбового матеріалу і матеріалу облицювання, включаючи ПВХ-плівки в процесі утилізації ВЖД – старих меблевих, столярно-будівельних та інших виробів;
- заміна стругання ВЖД голчастим інструментом з метою отримання підготовленої поверхні для подальшого матеріального використання;
- механічне оброблення модифікованих, особливо просочених деревних матеріалів підвищеної твердості;
- отримання гребінчастої оброблюваної поверхні в процесі обробки еластичною голкофрезою масивної деревини з явно вираженими ранньою і пізніми зонами.

Таким чином, найбільш актуальним є перший напрямок, оскільки він передбачає розроблення технологічного процесу підготовки ВЖД способом очищення голкофрезерними верстатами.

Способи очищення ВЖД. Існує два основні методи з очищення забрудненої поверхні: сухий і вологий, при яких, в залежності від виду обробки, використовується той чи інший інструмент, компонент для безпосереднього очищення (табл. 1).

Таблиця 1 – Аналіз способів очищення ВЖД

Спосіб	ВЖД	Компоненти для очищення				
Сухий	Ручний	пилка	щітка	ніж	інструмент	
	Обладнанням	пісок	стиснуте повітря		гаряче повітря	
	Інструмент верстатів	фреза, абразив	голко-фреза	ножовий вал	шипові ролики	барабан ротора
Вологий	Ручний	пилка	щітка	ніж	інструмент	
	Механічний	верстат	обладнання	пристрій	автоклав	басейн
	Хіміко-термічний	агент	темпе-ра	тиск	вакуум	час
	Гідро-термічний	вода	темпе-ра	тиск	вакуум	час
	Паро-термічний	пара	темпе-ра	тиск	вакуум	час

Методика очищення ВЖД. У дослідженні запропоновано п'ять варіантів очищення ВЖД з використанням голкофрезерного обладнання за операціями:

- Перший варіант: відрізання дефектів пилками; розкрій на рейки та полоси до 160 мм; оброблення поверхонь голкофрезами.
- Другий варіант (відмінність): оброблення гарячим повітрям ($T = 150-300^{\circ}\text{C}$); оброблення поверхонь голкофрезами.
- Третій варіант (відмінність): оброблення поверхонь шипованими роликами; оброблення поверхонь голкофрезами.
- Четвертий варіант (відмінність): оброблення поверхонь шипованими роликами; замочування у воді ($W = 30\%$ на поверхні); оброблення голкофрезами.
- П'ятий варіант (відмінність): замочування у воді ($W = 30\%$ на поверхні); оброблення паром ($T = 130-150^{\circ}\text{C}$); оброблення поверхонь голкофрезами.

Принципова схема очищення поверхонь ВЖД представлена на рис. 2. Для реалізації В₂-плану для визначення глибини очищення t (величини знятого шару) досліджували два змінних фактори: швидкість подачі v_s в діапазоні 6-12-16 м/хв та натяг в межах 0,5-2,5-4,5 мм.

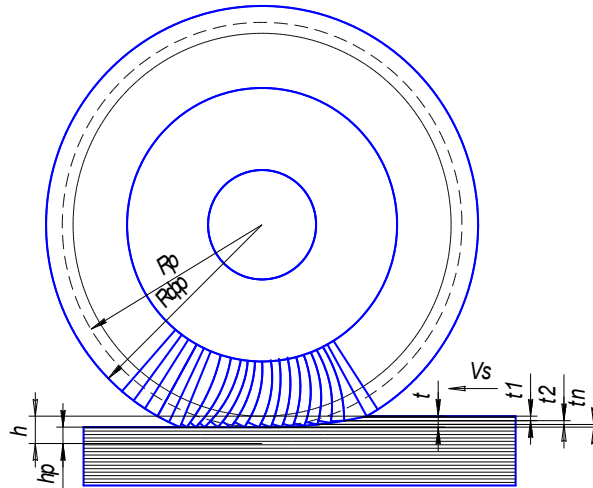


Рисунок 2 – Моделювання процесу очищення ВЖД голкофрезами

Результати досліджень очищення поверхонь голкофрезерним інструментом згідно розробленої методики при реалізації В₂-плану зображено на рис. 3.

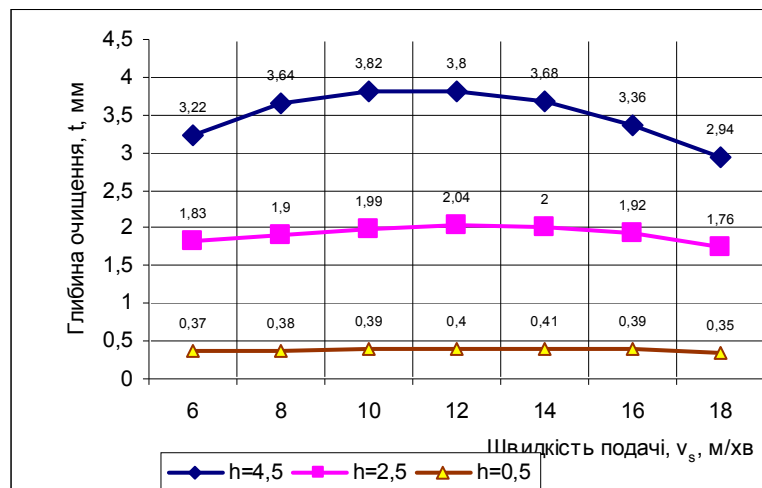


Рисунок 3 - Графічні залежності величини знятого шару від швидкості подачі та величини натягу

Математична модель для глибини очищення ВЖД в кодіваних значеннях: $y = 2,175 - 0,062x_1 + 1,473x_2 - 0,38x_1^2 - 0,075x_2^2 - 0,065x_1x_2$.

Практичні рекомендації наведені в табл. 2.

Таблиця 2 - Рекомендації для інструменту для очищення ВЖД

Показники голкофрези	Позначення	Режими роботи (діапазон / рекомендація)	
		Діапазон	Рекомендація
Діаметр фрези, мм	$D_{фр}$	150-500	200-300
Довжина голок, мм	l	20-160	50-160
Швидкість обробки, об/хв	v	360-1800	720-1440
Швидкість подачі, м/хв	v_s	6-12	10-12
Величина натягу	h	0,1-6,0	0,5-5,0
Глибина різання, мм	t	0,05-5,0	0,4-4,0

Запропоновано удосконалити конструкції циліндричних голкофрез. Перевірено, що голкофрези з пазами трикутного профілю з кутом $95...125^\circ$ у вершини інструменту якісно очищають поверхню матеріалу, витягуючи поверхневий шар за межі обробки. Крім цього, пази трикутного профілю у вершини голкофрези можуть бути розташовані на робочій поверхні дротяного ворсу як паралельно осі обертання голкофрези, так і під кутом нахилу до неї.

Типовий план цеху. Основою технології розробленого цеху є верстати прохідного типу для здійснення операцій поверхневого поздовжнього очищення: двобічний і чотирибічний голкофрезерні верстати.

Розроблено типовий план цеху розміром 36×24 м, у якому передбачено сортування ВЖД за чотирма категоріями, за видом матеріалу – масив, плита; сегрегацію за вологістю, на недопустимі включення та забруднення (рис. 4).

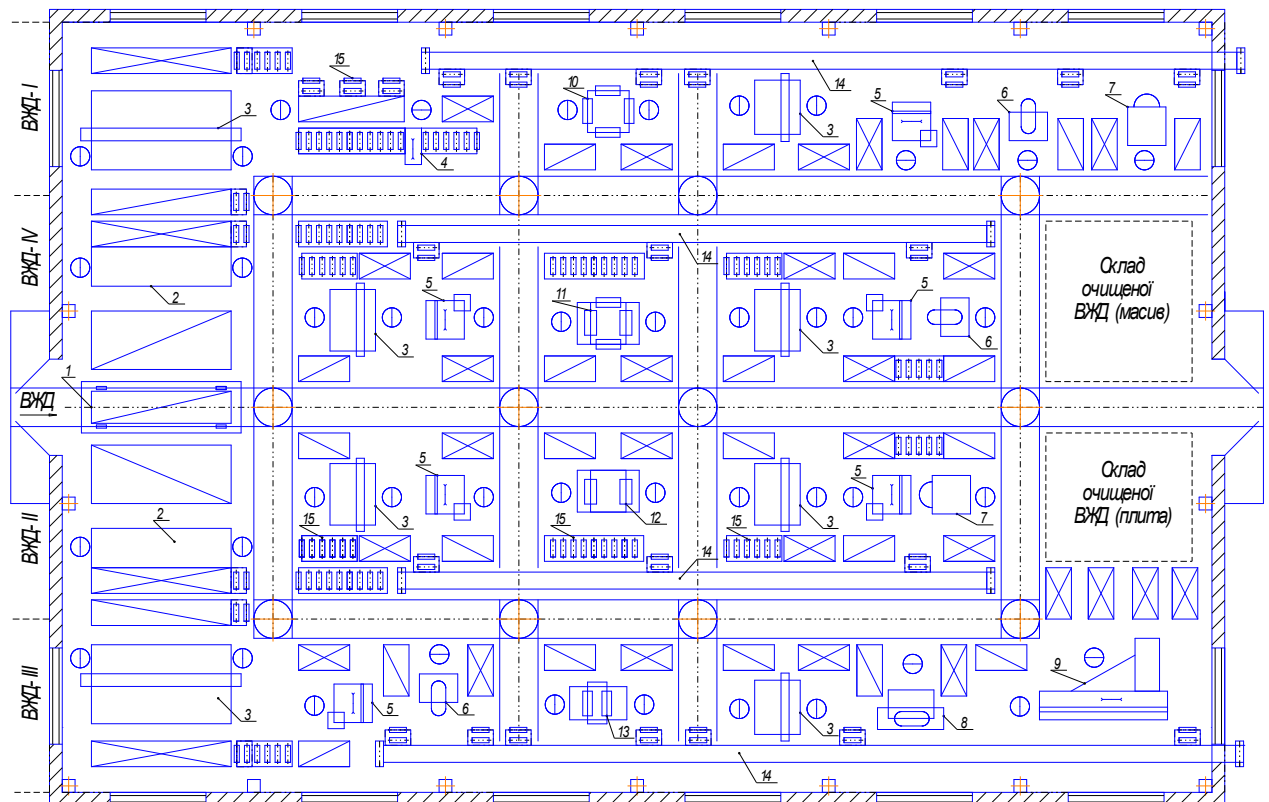


Рисунок 4 – Типовий план цеху з очищення ВЖД:

- 1 - траверсів візок, 2 - робочий стіл, 3 - металодетектор, 4 - торцювальний в-т, 5 - круглопилковий в-т, 6 - стрічкопильний в-т, 7 - фрезерний в-т, 8 - крайкошліфувальний в-т, 9 - форматно-розкрійний в-т, 10 - чотирибічний шліфувальний в-т, 11 - чотирибічний голкофрезерний в-т, 12 - двобічний голкофрезерний в-т, 13 - двобічний шліфувальний в-т, 14 - конвеєр, 15 - секції рольганга

Особливістю цеху є розмежування його на чотири потоки. В першому та другому обробляється масивна ВЖД – відповідно категорій: чиста ВЖД-I та забруднена ВЖД-IV. В іншій половині цеху проводять оброблення

плитних матеріалів: в третьому потоці – ВЖД-II, яка забруднена лакофарбовими матеріалами без речовин захисту деревини та без галогеноорганічних зв'язків у покриттях; в четвертому потоці – ВЖД-III, яка забруднена лакофарбовими матеріалами без речовин захисту деревини, але з галогеноорганічними зв'язками у покриттях.

Після поверхневого очищення проводиться повторне виявлення металевих включень за допомогою металодетекторів, які є у кожному з чотирьох потоків. Бездефектна ВЖД стає придатною для одержання заготовок верстатами вторинного машинного оброблення.

Висновки та рекомендації:

1. Обґрунтовано, що ВЖД є альтернативним додатковим ресурсом сировини за умови утилізації та перероблення її на вироби з деревини: заготовки криволінійної форми, меблевий щит, столярну та стружкову плиту, а також паливні гранули та брикети.

2. Розроблено методику розрахунку потенціалу ВЖД та його балансу за категоріями. Розраховано потенціал деревної біомаси – відходів деревини та ВЖД в Україні, який склав у 2015 р. 7,060 млн. т, зокрема ВЖД – 2,1 млн. т.

3. Використано системний підхід до способів очищення ВЖД.

4. Розроблено експериментальну установку з оброблення ВЖД, яка дає можливість в широкому діапазоні плавно змінювати, регулювати швидкість різання і швидкість подачі, товщину шару, що знімається, що має забезпечити при реалізації в промисловості вискоелективне очищення різної ВЖД.

5. Отримана аналітично і перевірена експериментально модель процесу очищення ВЖД голкофрезерним робочим органом дозволяє проводити розрахунок конструктивно-кінематичних параметрів голкофрезерного верстата. Отримана модель процесу очищення і подачі дозволяє враховувати властивості оброблюваного погонажного і плитного матеріалу.

6. Розроблено способи очищення, конструкції, алгоритми та комп'ютерні програми, що дозволяють отримувати раціональні конструктивні і технологічні параметри голкофрезерного верстата, що дозволяють знімати за один-два проходи лакофарбовий матеріал або поверхневий шар забрудненого матеріалу з урахуванням його властивостей і з прийнятною якістю.

7. Сформульовано рекомендації щодо вибору способу очищення ВЖД певного забруднення, практичні рекомендації щодо режимів роботи голкофрезерного верстата.

8. Очищена за цими стадіями ВЖД є додатковим сировиною для виготовлення меблевого щита, столярної плити, каркасів для ґратчастих та м'яких меблевих виробів і заготовок криволінійної форми.

Список літератури

1. 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. №1. – P. 22-31.

2. Гайда С.В. Формоустойчивость столярных плит из вторично используемой древесины // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. научных трудов. – Брянськ: БГИТА. – 2016, вып. 46. – С. 97-103.

3. Гайда С.В. Исследование физико-механических свойств вторично используемой древесины // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. научных трудов. – Брянськ: БГИТА. – 2015, вып. 44. – С. 156-160.

4. Гайда С.В. Способы подготовки к переработке вторично используемой древесины иглофрезерными и щёточными станками // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. научных трудов. – Брянськ: БГИТА. – 2014, вып. 40. – С. 65-69.

5. Гайда С.В. Технологические основы переработки вторично используемой древесины // Научный сборник: сб. научных трудов по итогам межд. науч.-практ. конф., 9-12 ноября 2015 г. «Молодёжный форум: технические и математические науки». – Воронеж: ВГЛУ. – 2015. – Вып. 121. – Том 5. – С. 70-75.

6. Гайда С.В. 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.

7. 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.

8. 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

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПОВЕРХНОСТНОЙ ОЧИСТКЕ ВТОРИЧНО ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДРЕВЕСИНЫ ИГЛОФРЕЗЕРНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Гайда С.В.

Рассчитан потенциал вторично используемой древесины (ВИД). Проанализированы технологические подходы к очистке ВИД. Разработаны способы очистки ВЖД голкофрезерным инструментом. Предложена технология и план цеха по очистке ВЖД различного происхождения и

поверхностного загрязнения. Предложено режимные параметры и практические рекомендации.

Ключевые слова: вторично используемая древесина, голкофрезерный инструмент, очистка, способы подготовки, деревообрабатывающие технологии, рекомендации.

Abstract

TECHNOLOGICAL APPROACHES TO CLEANING OF SURFACE OF POST-CONSUMER WOOD (PCW) OF NEEDLE-MILLING TOOLS

S. Gayda

Calculated potential of post-consumer wood (PCW). Analyzed technological approaches to cleaning of surface of PCW. Methods for cleaning PCW needle-milling tools. The developed technology and plan of workshop to cleaning of surface of PCW different origin and surface contamination. Operating parameters and practical recommendations.

Keywords: *post-consumer wood, needle-milling tools, cleaning, methods of preparation, woodworking technology, recommendations.*