

ХІМІЧНА ПРИРОДА ЗАБРУДНЮВАЧІВ ЯК ОСНОВА КЛАСИФІКАЦІЇ ВИРОБІВ З ДЕРЕВИНИ, ЩО ПІДЛЯГАЮТЬ УТИЛІЗАЦІЇ

Проаналізовано хімічний склад вживаної деревини – виробів з деревини, що підлягають утилізації – від оброблення сировини і матеріалів на різних стадіях до вилучення готових виробів (відходів споживання) з різних об'єктів господарювання. Охарактеризовано та описано склад та матеріал як природних так і хімічних забруднювачів, що використовуються як речовини захисту деревини. Детально досліджено склад та матеріал забруднювачів вживаної деревини, зокрема, на основі речовин захисту деревини: антипіренів, антисептиків, інсектицидів, фунгіцидів, біоцидів, комплексних препаратів та ін. Розроблено класифікацію включень вживаної деревини, яка охоплює механічні та хімічні забруднення. Охарактеризовано найнебезпечніші речовини, канцерогенні сполуки та токсичні складники, які можуть міститися у вживаній деревині, зокрема: пентахлорфенол, ліндан, перметрін, дихлордифеніл-трихлоретан (ДДТ), поліхлоровані біфеніли (ПХБ), поліхлоровані терфеніли (ПХТ), полібромовані біфеніли (ПББ), полівінілхлорид (ПВХ), олії на основі фракцій кам'яновугільних смол (бенз(а)пірен) і сполук, що містять бенз(а)пірен, поверхнево активні вуглеводні (ПАВ) та ін. Запропонувати класифікацію вживаної деревини – виробів з деревини, що підлягають утилізації за ступенями забруднення з поділом на чотири групи вживаної деревини, які гармонізуються з міжнародними системами класифікації аналогічних відходів. Систематизовано перелік найпоширеніших деревних відходів – вживаної деревини – виробів з деревини, що підлягають утилізації за походженням: групами, видами, підвидами та категоріями. Узагальнено перелік небезпечних складників відходів – компонентів – хімічних елементів (миш'як, бор, кадмій, мідь, ртуть, свинець, титан, фтор, хлор та ін.) та їх сполук. Наведено обмеження для тріски та стружки із вживаної деревини, які використовуються для виробництва деревних плит. Представлено критерії класифікації вживаної деревини для різних видів спалювання.

Ключові слова: вживана деревина, антипірени, антисептики, інсектициди, фунгіциди, речовини захисту, деревні відходи, ступінь забруднення, систематизація вживаної деревини.

Актуальність проблеми. Аналізуючи проблеми первинної сировини та проблема відходів, встановлено, що додатковим, незадіяним ресурсом та невикористаною базою деревинної сировини, запаси якої збільшуються одночасно з розвитком різних галузей та господарств, є запаси вживаної деревини (ВЖД). На сучасному етапі деревообробного виробництва велике значення має ведення єдиного порядку державного обліку та паспортизації відходів, зокрема, вживаної деревини. Цей порядок встановлює єдині правила ведення державного обліку та паспортизації відходів, дія яких поширюється на підприємства, установи, організації

¹ Гайда Сергій Володимирович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, доктор технічних наук, професор кафедри технологій меблів та виробів з деревини. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-238-45-04, +38-067-791-25-22. E-mail: serhiy.hayda@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7468-5661> ResearcherID: ABB-1636-2021 Scopus/authorID=57221587964

² Сомар Галина Володимирівна, канд. техн. наук, доцент кафедри безпеки життєдіяльності. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-097-347-25-55. Email: s.gv@ukr.net

³ Соколовський Ігор Андрійович, канд. техн. наук, доцент, кафедра технологій захисту навколишнього середовища і деревини, безпеки життєдіяльності. Національний лісотехнічний університет України, вул. Ген. Чупринки, 103, м. Львів, 79057. Тел.: +38-067-224-41-45. Email: igorsokolov@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4140-0046>

всіх форм власності, громадян-суб'єктів підприємницької діяльності, діяльність яких пов'язана з утворенням відходів та здійснення операцій з їх використання. Про це записано в Законі України "Про відходи" від 05.03.1998 р. за № 187/98ВР, у постанові Кабінету Міністрів від 01.11.1999 р. № 2034 „Про затвердження порядку ведення державного обліку та паспортизації відходів", а також у постанові Кабінету Міністрів від 26.07.2001 р. № 915 „Про впровадження системи збирання, сортування, транспортування, переробки та утилізації відходів як вторинної сировини". Однак питанням раціонального використання відходів деревини, в тому числі, і вживаній деревини не приділяється належна увага. Основна причина – відсутність класифікатора вживаної деревини, обґрунтованої систематизації та класифікаційних ознак її, зокрема, за ступенем забруднення та хімічним складом, які є визначальними для даного виду відходів. При правильному та комплексному їх використанні вони б стали додатковим, потенційним ресурсом сировини. Систематизація вживаної деревини за категоріями дала б змогу передбачити обсяги цього ресурсу для матеріального використання його в цілісному вигляді.

Аналіз стану питання. Великий асортимент забруднювачів деревини, які на різних стадіях обробки та використання попадають до неї, зумовлює необхідність правильного та доцільного її сортування за певними кваліфікаційними критеріями. Вживана деревина, як відходи у залежності від ступеня забруднення може мати різне використання – матеріальне, як додаткова сировина, енергетичне, як джерело енергії, або підлягати ліквідації через екологічні обмеження.

Вченим С.В. Гайдою запропоновано математичну модель розрахунку потенціалу та балансу ВЖД за походженням [8-12]. Встановлено, що середньозважений річний відсоток ВЖД від торгівельної мережі коливається в межах 14-16 %, будівництва – 20-24 %, сировинних та деревообробних галузей – 6-10 %, спожитих (старих) меблевих виробів – 10-16 %, муніципальних відходів – 16-18 %, твердих побутових відходів – 16-22 %, інших надходжень – 6-8 %. На основі статистичних даних з 2010 по 2022 рік було одержано апроксимуючі степеневі залежності за кожним сумарним показником, що дає можливість прогнозувати обсяги утворення ВЖД у найближчій перспективі. Прораховано, що потенціал ВЖД в Україні у 2022 році становив близько 1,881 млн. т. [12] (рис. 1).

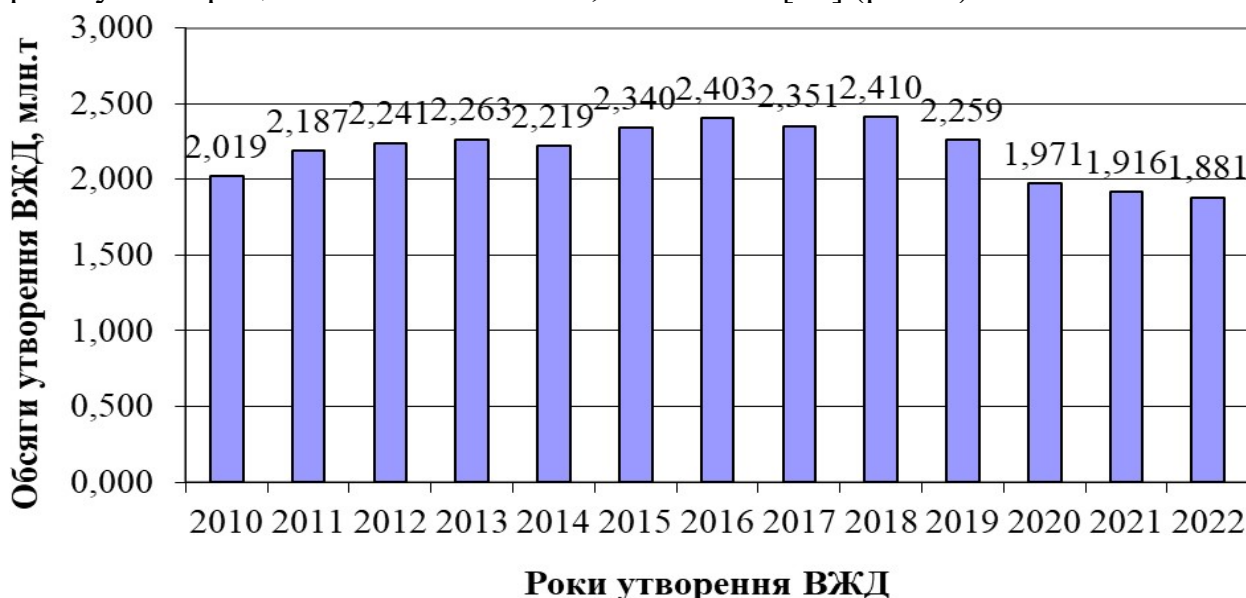


Рис. 1. Динаміка потенційних обсягів утворення вживаної деревини в Україні

В Україні на державному рівні прийнято кілька нормативних документів про «Відходи», в яких охоплено різноманітні види відходів за видом економічної діяльності, зокрема, і деревні. Існує також стандарт ДСТУ 2034-92 «Відходи деревини. Загальні технічні умови». Окремо Законів та Постанов про деревні відходи, а тим більше про вживану деревину та її класифікацію, не має. Тому зупинимось на аналізі закордонних досліджень стосовно вживаної деревини.

У багатьох країнах різні науковці широко вивчали забрудненість вживаної деревини [2, 13-22], яка стала визначальною щодо її класифікації, тобто належності до тої чи іншої групи, та використання. Наприклад, у Німеччині 15.08.02 р. прийнято «Положення про переробку та утилізацію деревних відходів», де особливу увагу звернуто на вживану деревину [1]. Після двох поправок (1.03.03 р. та 20.10.06 р.) до даного Положення термін «вживана деревина» представлений у широкому аспекті, а на підставі цього - наведено класифікацію вживаної деревини та інших деревних відходів та їх використання [2, 3, 6, 32-49].

Табл. 1. Обмеження для тріски та стружки із вживаної деревини (ВЖД), які використовуються для виробництва деревних плит (мг/кг сухої деревини)

Код	Позн.	Компоненти	Формули сполук	Кон-я
C04	B	Бор та його сполуки:	борна кислота H_3BO_3 ; діамоній фосфат $(NH_4)_2HPO_4$; бура $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	30
C11	Cd	Кадмій та його сполуки	$Cd(CN)_2$, Cd_3As_2 , $CdCO_3$, $Cd(NO_3)_2$	2
C19	Cu	Мідь та її сполуки	$CuSO_4$; $CuSiF$; $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	20
C21	As	Миш'як та його сполуки	As_2S_3 ; As_2S_5 ; As_4S_3 ; As_4S_4	2
C26	Hg	Ртуть та її сполуки	етилмеркурфосфат, етилмеркурхлорид	0,4
C38	F	Фтор та його органічні сполуки	KHF_2 ; NH_4BF_2 ; NaF ; $(NH_4)_2SiF_6$; $MgSiF_6$; $ZnSiF_6$; Na_2SiF_6 ;	100
C39	Cl	Хлор та його сполуки	ПВХ $(CH_2-CHCl)_n$	600
C40	Cr	Хром та його сполуки:	$K_2Cr_2O_7$; $Na_2Cr_2O_7$; $(NH_4)_2Cr_2O_7$; біхромат калію $K_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$	30
C58	ПХБ/ ПХТ/ ПББ	Поліхлоровані біфеніли, поліхлоровані терфеніли, полібромовані біфеніли	$C_6H_5(Cl)_x - C_6H_5(Cl)_y$; $C_6H_5(Br)_x - C_6H_5(Br)_y$	5
C66	ПХФ	Феноли та фенолові сполуки:	пентахлорфенол C_6HCl_5O ; натрію пентахлорфенолят $C_6Cl_5ONa \cdot H_2O$	3

За останньою редакцією воно називається «Положення про регулювання вживаної деревини» (Altholzverordnung - AltholzV), де наведено особливості поводження з даними відходами. Зокрема, у ньому [3] чітко регламентується допустима концентрація хімічних елементів та їх сполук у стружці із вживаної деревини, яка може бути використана у виробництві деревностружкових плит (табл. 1).

Характеристикою ВЖД займалися багато вчених у різних країнах (табл. 2), зокрема: Гофман В. [23]; Маруцький Р. [25]; Дроссель К. [7]; Ногер Д. [27]; Онисько В., Матяк М., Добровольська Є. [28]; Ратайчак Є. [29-31]; Мантау У., Веймер Н., Кайпер Л., Лік Н. [24]; Брандстер М. [5], Бехта П. [4] та Гайда С.В. [8-22].

На підставі детального аналізу великої кількості літературних джерел українських та закордонних науковців встановлено, що основним критерієм класифікації вживаної деревини є ступінь її забруднення. У термін «вживана деревина» закладено промислові відходи деревини (в т. ч. браковану продукцію) та спожиті (відпрацьовані) вироби з деревини, деревинних матеріалів або з композиційних матеріалів із вмістом деревини більше ніж 50 % маси.

Табл. 2. Класифікація вживаної деревини у країнах Європи

№	Країна	Категорії вживаної деревини					Л-ра
1.	Європа	Altholzkategorie: AI, AII, AIII, AIV				PCB-A	[1-3]
2.	Німеччина	Klasse A I	Klasse A II	Klasse A III	Klasse A IV	PCB-A	[25,27]
3.	Австрія	Gruppe H1	Gruppe H2: H2.1; H2.2; H2.3		Gruppe H3		[23,5]
4.	Люксембург	A I	A II	A III	A IV	PCB-b	[23,25]
5.	Швейцарія	Klasse A I	Klasse A II	Klasse A III	Klasse A IV	PCB-A	[27]
6.	Нідерланди	A-quality	B-quality		C-quality		[24]
7.	Англія	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4		[24]
8.	Польща	Grupy I	Grupy II	Grupy III	Grupy IV		[28-31]
9.	Україна	ВЖД-I	ВЖД-II	ВЖД-III	ВЖД-IV	ПХБ	[8-22]

Наприклад, Гофман В. запропонував критерії класифікації ВЖД за наявністю у ній шкідливих елементів та їх сполук для різних видів спалювання (табл. 3).

Табл. 3. Критерії класифікації для ВЖД до різних видів спалювання [23]

Код	Позн.	Компоненти	Допустима концентрація, мг/кг сухої ВЖД			
			ВЖД-I	ВЖД-II	ВЖД-III	ВЖД-IV
C04	B	Бор та його сполуки	15,0	30	-	> 30
C10	Fe	Залізо та його сполуки	100,0	-	-	-
C11	Cd	Кадмій та його сполуки	0,5	-	-	-
C19	Cu	Мідь та її сполуки	5,0	20	-	> 20
C21	As	Миш'як та його сполуки	0,8	2	-	< 2
C26	Hg	Ртуть та її сполуки	0,05	0,4	-	> 0,4
C27	Pb	Свинець та його сполуки	3,0	-	-	-
C34	Ti	Титан та його сполуки	5,0	-	-	-
C38	F	Фтор та його органічні сполуки	10,0	30	-	> 30
C39	Cl	Хлор та його сполуки	100,0	300	> 300	-
C40	Cr	Хром та його сполуки	2,0	-	-	-
C41	Zn	Цинк та його сполуки	50,0	-	-	-
C57	N	Солі азотистої кислоти, оксиди азоту	0,5	-	-	-
C66	ПХФ	Феноли та фенолові сполуки	1,0	2,0	-	> 2
C39	Lindan	γ-Гексахлорциклогексан, ізомер (γ-ГХЦГ, ЛД ₅₀ 25-200 мг/кг)	0,25	0,5	-	> 0,5
C80	К-вуг. смоли	Бенз(а)пірен та сполуки, що містять бенз(а)пірен (C ₂₀ H ₁₂)	0,05	0,1	-	> 0,1
Потужність котельні, МВт			< 1,0	0,05<1,0	0,1 < 1,0	> 0,1

Мета та задачі дослідження. Класифікувати вироби з деревини, що підлягають утилізації, базуючись на інформації про різноманітні забруднювачі набуті в процесі виготовлення та експлуатації.

Задачі дослідження

1. Проаналізувати хімічний склад вживаної деревини – виробів з деревини, що підлягають утилізації
2. Оцінити склад та матеріал як природних так і хімічних забруднювачів вживаної деревини.
3. Розробити класифікацію включень у спожитій деревині.
4. Запропонувати класифікацію вживаної деревини – виробів з деревини, що підлягають утилізації за ступенями забруднення.

5. Систематизувати вживану деревину – вироби з деревини, що підлягають утилізації за групами, видами, підвидами, категоріями та кодами.

Матеріали та характеристики **забруднювачів вживаної деревини**. На різних стадіях життєвого циклу (використання деревини) – від лісозаготівель та деревооброблення до кінцевого споживання готових виробів – утворюються різноманітні відходи – вживана деревина, яка може бути як в натуральному, так і в дуже забрудненому вигляді. Безумовно існує багато різновидів проміжного забруднення, яке виражається механічними та матеріальними включеннями і наявністю шкідливих та безпечних хімічних елементів та їх сполук як зовні, так і в середині вживаної деревини.

Класифікація включень вживаної деревини охоплює наступні різновиди:

- зовнішні: залізні і кольорові метали; пісок і пилюка; пластмаса і скло, папір і картон, текстиль і ганчірки, каміння і бетон, тефлон і фольга, ґрунт і мазут та ін.;
- поверхневі:
 - а) личкувальні матеріали: декоративні плівки, ПВХ плівки, декоративно паперово-шаруваті пластики, штучні та натуральні шкіри, тканини, пластмаси та ін.;
 - б) лакофарбові матеріали: плівкоутворюючі матеріали, фарби, лаки, емульсії, ґрунтівки, оліфи, відбілювальні матеріали та ін.;
- внутрішні:
 - а) в'язучі речовини: смоли, клеї та ін.;
 - б) просочувальні речовини – консерванти деревини - речовини захисту: антисептики, антипірени, інсектициди, фунгіциди, біоциди, гідрофобізатори, комплексні препарати та ін.

Хімічна природа речовин захисту деревини. Антисептики – хімічні сполуки протимікробної дії, що захищають деревину від руйнування грибами, комахами і морськими деревоточцями. Деякі антисептики виконують і функції антипіренів. Антисептики поділяють на водорозчинні, органорозчинні і олії. Водорозчинні антисептики ділять на такі, що легко вимиваються і змиваються — фтористі (фтор натрію, кремнефторид натрію, кремнефторид амонію) і борні (препарат ББ-11: по 50 % бури і борної кислоти); ті, що важко вимиваються — хлорфенольні (пентахлорфенолят натрію — ПХФН), хлорфенолоборні, хромомідноборні, хромониткові, хромоміднощіпкові і хромоміднофтористі; і такі, що не вимиваються — хромомідний препарат (50 % біхромата натрію або калію і 50 % міді). Органорозчинні антисептики — пентахлорофенол і нафтенат міді. Ряд антисептиків (ПББ — 10-50 % ПХФН, 25-45 % бури, 25-45 % борної кислоти; ПБС — 10-50 % ПХФН, 25-45 % борної кислоти; 10-50 % кальцінованої соди та ін.) належать до препаратів комплексної (вогнебіозахисної) дії. Антисептики, що легко вимиваються, застосовують для захисту дерев'яних внутрішніх конструкцій і тари; препарат ГР-48 і ПХВН — для антисептування свіжовипиляних матеріалів; препарати, що не вимиваються — добре захищають деталі, які мають контакт з водою і ґрунтом. Органорозчинні антисептики застосовують для швидкого просочування деталей і тари під устаткування. Антисептування деревини – оброблення поверхні деревини антисептиками.

ми. Під час антисептування деревини на її поверхні утворюється тонка (близько 1 мм) захисна плівка. Антисептуванню підлягають пиломатеріали перед укладанням на атмосферне сушіння або перед транспортуванням в сирому виді для захисту від пошкодження деревофарбуючими та пліснявими грибами, дерев'яні елементи внутрішніх конструкцій будинків і споруд, які не контактують з ґрунтом і вологими матеріалами, для захисту від дереворуйнівних грибів, дерев'яна тара для захисту від пошкоджень пліснявими грибами. Для антисептування деревини використовують водні розчини пентахлорфенолята натрію і препаратів на його основі. Антисептування деревини елементів внутрішніх конструкцій будівель і окремих виробів тари проводять фтористими, борними, хромомідними, хромомідноцинковими антисептиками.

Антипірени – хімічні сполуки або їх суміші, що в разі оброблення ними деревини надають їй та іншими органічним матеріалам вогнестійкості. Антипірени розділяють на водорозчинні — амонійні солі фосфорної і сірчаної кислот, бороутримувальні сполуки; розчинні в органічних розчинах — часто містять хлор, бром, фосфор і бороутримувальні сполуки. Властивості антипіренів мають вуглекислий калій (поташ), натрій і калій (рідке скло), сечовина та ін. речовини. Розрізняють антипірени атмосферостійкі (на олійній основі, на основі хлороорганічних сполук і хлорованих продуктів перероблення нафти тощо) та неатмосферостійкі фарби (силікатні, казеїнові, хлоридні, карбамідоформальдегідні, сульфїтноглиняні, фосфатні та ін.). Використовують як антипірени вапново-глиняні, суперфосфатні та інші обмазки.

Фунгіциди: – отруйні хімічні речовини, які застосовуються для боротьби з грибковими, бактеріальними, вірусними хворобами рослин та грибами (існує близько 100 видів грибів, які діляться на три групи: плісняви; деревофарбувальні; дереворуйнуючі – домові, ґрунтові, атмосферні, водяні), які руйнують дерев'яні споруди. **Інсектициди:** – хімічні засоби захисту деревини від комах (жуків, термітів, морських деревоточців) – шкідників вищих рослин. Вони мають широкий спектр дії, але за відношенням до захисту деревини широко використовувались: ліндан, перметрін, дихлордифеніл-трихлоретан (ДДТ) та ін.

Гідрофобізатори – захист дерев'яних матеріалів від змочуваності водою. Здійснюється за допомогою поверхнево-активних речовин, що утворюють на поверхні частинок матеріалу тонкі плівки, які не взаємодіють з водою. Найпоширеніші: парафін, церезин, петролатум, віск, гач та ін.

Неорганічні консерванти деревини. Просочена або опоряджена деревина може містити 80-100 % активних шкідливих речовин, в основному солей. У забрудненій деревині можуть бути такі шкідливі хімічні елементи, які входять у склад відповідних солей: миш'як: As_2O_5 ; As_2S_5 ; As_4S_3 ; As_4S_4 ; бор: H_3BO_3 ; $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$; $\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13}$; хром: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; фтор: KHF_2 ; NH_4BF_2 ; MgSiF_6 ; ZnSiF_6 ; мідь: CuSO_4 ; CuSiF_6 ; цинк: ZnSiF_6 ; ртуть: Hg_2Cl_2 , HgCl_2 , HgO .

Антисептики неорганічного походження:

- Фтор: кремнійфторид амонію - $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$; фторид натрію - NaF ; кремнійфторид натрію - Na_2SiF_6 ;
- Хром: біхромат натрію - $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;
- Мідь: сульфат міді - $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;

• Бор: борна кислота - H_3BO_3 ; бура - $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; діамоній фосфат - $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$;

Інсектициди неорганічного походження: - сполуки миш'яку: As_2O_5 ; As_2S_5 ; As_4S_3 ; As_4S_4 ;

Органічні консерванти деревини. Для просочення деревини використовуються велика кількість органічних консервантів деревини. Фактичні інгредієнти речовин захисту деревини шляхом просочення становлять 5-20 %, а відповідно частка розчинників (таких, як ненасичені, аліфатичні та / або ароматичні вуглеводні) складає 80-95 %. Найпоширенішими органічними консервантами деревини є:

Антисептики органічного походження:

- ПХФ: пентахлорфенол – $\text{C}_6\text{HCl}_5\text{O}$;
- ПХФН: натрієва сіль пентахлорфенола (пентахлорфенолят натрію) – $\text{C}_6\text{Cl}_5\text{ONa} \cdot \text{H}_2\text{O}$;
- π -комплекс $\text{Hg}(\text{I})$ - $[(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{Hg}_2](\text{AlCl}_4)_2$ на основі пентахлорфенола;
- НМ: нафтенат міді.

Фунгіциди органічного походження:

- дихлорфлуанід; гранозан ($\text{C}_2\text{H}_5\text{HgCl}$) та ін.

Інсектициди органічного походження:

- ліндан (γ -Гексахлорциклогексан (γ -ГХЦГ), γ -ізомер, LD_{50} 25-200 мг/кг);
- перметрін ($\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{Cl}_2\text{O}_3$) та ін.;
- дихлордифеніл-трихлоретан (ДДТ) та його сполуки: ДДЕ та ДДД;
- діелдрин, алдрин, гептахлор, мірекс, токсафен, ендрин, хлордан, гексахлорбензол та ін.
- поліхлоровані біфеніли (ПХБ), терфеніли (ПХТ), полібромовані біфеніли (ПББ).

ДДТ має широкий спектр дії як інсектицид для обробки лісів. Наприклад, широке застосування ДДТ у європейських країнах було пов'язане з боротьбою проти комах та грибків - збудників голландської хвороби в'язів. З цією метою обробляли інсектицидом ДДТ паркові та лісові насадження. Стійкість ДДТ приводила до того, що він накопичувався як у деревині, так і у харчових ланцюгах і справляв згубну дію на їх кінцеві ланки - приводить до величезного збільшення його концентрації не тільки в деревині, але й в організмах птахів, риб, ссавців і людей. Подальші дослідження показали, що ДДТ впливає практично на всі живі організми. Так, він накопичується в тканинах ссавців і є канцерогеном, мутагеном, ембріотоксином, нейротоксином, імунотоксином; він змінює гормональну систему, викликає анемію, хвороби печінки. У довкіллі ДДТ поступово втрачає хлор та перетворюється на інші сполуки — ДДЕ та ДДД; але й вони є теж не менш токсичним сполукам, ніж ДДТ. У 1970 р. через токсичність та шкідливий вплив на довкілля був заборонений. Але у Росії, навіть, у 1986 р., через 16 років після офіційної заборони, виробництво ДДТ складало 10 тис. т. у рік. До кінця 80-х років ДДТ використовувався «як виняток» в Узбекистані й Росії.

ПХБ, ПХТ та ПББ – жовтуваті, майже без запаху і дуже токсичні та канцерогенні рідини. ПХБ у біологічному відношенні є одними з найстрашніших отрут серед сполук, які містять хлор, але, найголовніше, вони практично не руйнуються. Напівперіод життя ПХБ у ґрунті складає 2,5-45 років. Базова структура ПХБ за певних комбінацій заміщення водню на хлор дає 209 сполук, серед яких комерційно використовуються не більше 60-ти. ПХБ - це суміш сполук із різним змістом хлору (від 40 % до 60 %), які утворюються при хлоруванні біфенілу. Станом на 1986 р. у світі було вироблено близько 2 млн. тонн ПХБ. У СРСР ПХБ випускали з 1934 р. у вигляді двох препаратів — соволу і трихлордифенілу. Вироб-

ництво трихлордифенілу припинено в СРСР у 1980 р., а виробництво соволу зменшено до 500 тонн на рік. Ці дві суміші відрізняються за складом: совол містить більш високо хлоровані ПХБ (53 % пента-, 23 % тетра-, 22 % гексахлорбіфенілів), а трихлордифеніл складається на 49 % з три-, на 32% з тетра-, на 14 % з ди- і 4 % пентахлорбіфенілів.

ПХБ, ПХТ та ПББ використовують як пластифікатори для пластмас, лаків і лакофарбових матеріалів, які бути вхідними матеріалами у виробництві виробів з деревини, і як матеріали-носії і розчинники для інсектицидів (пестицидів). Крім того, існує підозра, що ПХБ навмисно (але негласно) додають в інсектицидні препарати для обробітку лісових площ. ПХБ потрапляють у довкілля різними шляхами. По-перше, за рахунок сучасного промислового застосування, наприклад, ПХБ, ПХТ та ПББ інтенсивно застосовувались до 1972 р. для виготовлення тепло- та звукоізоляційних панелей на основі деревних стружок; по-друге, за рахунок його можливого утворення при розщепленні ДДТ під дією ультрафіолетових променів. Велика кількість ПХБ могла зберігатись з часів широкого використання карболеніуму — препарату для захисту дерев, оскільки поліхлорбіфеніли є побічними продуктами при синтезі карболеніуму та могли поширюватися разом з ним. ПХБ можуть також потраплять в довкілля з лаків, фарб, хімікатів, будівельних матеріалів і т. ін.

Велика небезпека ПХБ, ПХТ та ПББ на довкілля та на здоров'я людей привела до того, що в багатьох країнах було введено заборону на виробництво цих речовин: в 1971 році — в Швеції, в 1977 році — в Норвегії, в 1972 році — в Японії, в 1977—78 роках — в США. В Росії ПХБ не заборонені, але виробництво їх до 1993 року було закрито. А з 22 травня 2001 р. рішенням Стокгольмської конвенції виготовлення даних препаратів заборонено по всьому світу. Всього в Росії було вироблено з 1939 по 1990 рік близько 52 000 тонн соволу (суміш тетра- і пентахлорованих ПХБ — найбільш токсичні конгенери), який використовують головним чином як пластифікатор для лаків і фарб; близько 57 000 тонн совтолу (суміш 1,2,4-трихлорбензолу із соволом, так званий совтол-10), який використовують головним чином для заливання у трансформатори; близько 70 000 тонн трихлорбіфенілу (ТХБ), який використовують в конденсаторах. Всього було вироблено 180 000 тонн ПХБ, з них сьогодні використовують близько 20 000 тонн. Існує величезний дисбаланс між виробленою кількістю ПХБ і кількістю, що використовують. Відомо, що частина виробленого ПХБ залишилася в Україні, в Узбекистані, Вірменії та інших республіках колишнього СРСР.

Олії, як консерванти деревини. У промисловості традиційними антисептиками є також просочувальні *олії* – *кам'яновугільна, антраценова та сланцева*, які добре захищають деревину в тяжких умовах експлуатації на довгий термін. Кам'яновугільна просочувальна олія – фракція кам'яновугільної смоли (утворена при температурі 800...1000 °C), яка має різні складники: нафталін, поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) і частково феноли. Кам'яновугільна та сланцева олії мають канцерогенні речовини, зокрема, ПАВ бенз(а)пірен ($C_{20}H_{12}$) та сполуки, що містять бенз(а)пірен.

Креозот - суміш фенолів - безбарвна (іноді жовтувата або жовто-зелена), вогнезаймиста, важкорозчинна у воді масляниста рідина з сильним запахом і пекучим смаком, що отримується з деревного і кам'яновугільного дьогтю. Кам'яно-

вугільний креозот використовується для консервування деревини (просочування шпал, дерев'яних телеграфних стовпів та стовпів для вирощування винограду та хмелю і т. п.) і запобігає їй від гниття.

Серед поверхневих включень у вживаній деревині найбільшу проблему під час переробки та утилізації створює **полівінілхлорид (ПВХ)**. Це - синтетичний полімер, продукт полімеризації вінілхлориду, що використовується для одержання жорсткої та м'якої пластмаси; поліхлорвініл. Хімічну будову ПВХ схематично можна показати так: $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl})_n$. Число n вказує на кількість елементарних ланок мономера $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ вінілхлориду, що входять до макромолекули, і характеризує ступінь полімеризації полімеру. Значення n коливається у великих межах для полівінілхлориду від 1500 до 3000. Вінілхлорид – небезпечна отрута, яка здатна руйнувати нервову систему і викликати ракові захворювання. Виділення вінілхлориду у довкілля посилюється навіть при невеликому нагріванні (наприклад, коли ламіновані підлоги гріються від батареї). При виробництві ПВХ також використовується хлор, тому при його виготовленні й утилізації у довкілля виділяється велика кількість діоксину – високотоксичних і канцерогенних (можуть викликати рак) речовин. Для підвищення еластичності у ПВХ часто додають пластифікатори – фталати або ефіри фталатів, попадання яких в організм може викликати ураження печінки і нирок, зниження захисних властивостей організму, рак та ін.

ПВХ може містити і інші небезпечні речовини: кадмій, хром, свинець, формальдегід. Під час горіння ПВХ утворюються діоксини. Не існує безпечних технологій переробки ПВХ. Він практично не піддається повторному використанню і йде в печі сміттєспалювальних заводів (ССЗ) або на звалища.

Відомо, що при спалюванні 1 кг ПВХ утворюється до 50 мкг діоксину. Цього цілком достатньо для розвитку ракових пухлин у 50 000 лабораторних тварин. Діоксини, що невинно виробляються ССЗ, розповсюджується на сотні і тисячі кілометрів. Виробництво одного вікна з ПВХ приводить до утворення близько 20 г токсичних відходів. А ремонт всієї квартири з використанням матеріалів, зроблених з ПВХ, спричиняє за собою утворення 1 кг (!) токсичних відходів. У цивілізованих країнах на товар з ПВХ зазвичай ставлять спеціальну маркіровку – цифру "3" в оточенні стрілок. Деякі виробники просто пишуть PVC або Vinyl.

Результати досліджень. На підставі співставлення аналогічних груп відходів (вживаної деревини), які прийняті в країнах Європейського Союзу, пропонується впровадження для українського законодавства в сфері поводження відходами деревини і вживаними виробами з деревини чотири категорії відходів, які можуть мати матеріальне та енергетичне використання, та відходи ліквідації, які не входять ні в одну із категорій (табл. 4):

- Перша категорія – вживана деревина I (ВЖД-I) – природна та тільки механічно оброблена деревина з незначними забрудненнями натуральними зв'язками (парафін, церезин, петролатум, віск, гач, мастило та ін.), а також деревина від стихійних катаклізмів;
- Друга категорія – вживана деревина II (ВЖД-II) – оброблена деревина та деревні матеріали без речовин захисту деревини та без галогеноорганічних зв'язків у покриттях;
- Третя категорія – вживана деревина III (ВЖД-III) – оброблена деревина та деревні матеріали без речовин захисту деревини та з галогеноорганічними зв'язками у покриттях;
- Четверта категорія – вживана деревина IV (ВЖД-IV) – деревина та деревні матеріали, які оброблені речовинами захисту;
- Відходи ліквідації – вживана деревина ПХБ (ВЖД-ПХБ) – деревина та деревні матеріали, які містять поліхлоровані біфеніли (ПХБ), поліхлоровані терфеніли (ПХТ), полібромовані

біфеніли (ПББ) концентрацією 50 мг/кг і більше, а також фракції кам'яновугільної смоли, які містять бенз(а)пірен та його сполуки більше норми.

Систематизований перелік найпоширеніших деревних відходів – ВЖД за групами, видами, підвидами, категоріями та кодами наведений у табл. 5.

Табл. 4. Приклади вживаної деревини за категоріями

№	Категорія	Приклади вживаної деревини
1	ВЖД-I	Відходи тверді: обапіл, рейки, торці; уламки дошок, брусків; куски шпону; осереддя; брак тощо; Відходи м'які: шліфувальний порошок, тирса, стружка, волокниста маса тощо; Вироби – не склеєні, не личковані, не опоряджені, не оброблені органічними і неорганічними речовинами: меблі з масивної деревини; Столярні: рейки, бруски, дошки, бруси, лиштва, плінтус та ін.; Будівельна натуральна деревина у змішаному асортименті; Тара: промислові та євро піддони, транспортні ящики, фруктові, овочеві, декоративні та аналогічні коробки з масиву, кабельні барабани (після 1989 р.); Інші: вироби з сільського та єгерського господарств, новорічні ялинки тощо.
2	ВЖД-II	Відходи: куски обробленої деревини, відрізки та уламки деревних матеріалів; Вироби – склеєні, личковані натуральним шпоном, опоряджені – лаковані або іншим чином оброблені: меблі без ПВХ плівок, меблеві щити, бруси та ін.; Столярні: внутрішні дверні блоки і дверні полотна, ламіновані підлоги і плінтуса, паркетні планки і щити, вагонка натуральна та ламінована, профільні дошки, рейки і бруски для внутрішньо інтер'єрних робіт та ін.; Будівельна оброблена деревина та деревні матеріали у змішаному асортименті; Тара: піддони і транспортні ящики з деревних матеріалів та ін.
3	ВЖД-III	Меблеві вироби з ПВХ плівками (крайками та покриттями); Щитові вироби: фанера та фанерні плити, OSB плити, постформінг та ін.; Садово-паркові та пляжні меблі з тефлоновим та ПВХ покриттями. Несортована сільсько-господарського призначення та будівельна деревина великогабаритних розмірів та громіздких конструкцій та ін.; Тара: піддони з композиційних матеріалів та ін.
4	ВЖД-IV	Меблеві вироби зовнішнього користування: для рекреаційних зон (альтанки), садово-паркові, пляжні, дитячих майданчиків та ін. Вироби від сільського господарства: огорожі, паркани, штахети, стовпи, брами, нестандартні конструкції та ін. Просочені вироби: залізничні шпали, електричні, телеграфічні та виноградні стовпи та стовпи від вирошування хмелю ін.; Столярні вироби: віконні блоки, зовнішні дверні блоки і дверні полотна, зимові сади, балкони, зовнішні сходи з перилами та балясинами, обшивка, вагонка для зовнішньо інтер'єрних робіт та ін.; Вироби з будівельного сектора: елементи дахових конструкцій (крокви, лати, контрлати, платви та ін.), елементи каркасних конструкцій (стіжки, заповнення, балки, косяки, підпори та ін.), елементи опалубки (дошки, стійки, розпірки та ін.), сваї, бані, зруби та ін.; вироби з промислових об'єктів: підлоги індустрії, стінові панелі, комбіновані перекриття, балки та ін.; Тара: ящики від боєприпасів та військової атрибутики, кабельні барабани (до 1989 р.); вироби з гідротехнічних споруд (мости, віадуки); вироби від демонтованих суден, вагонів, кузовів; вироби з обгорівших конструкцій, будівель; фракції з переробки відходів у деревні матеріали; несортована вживана деревина; Вироби з речовинами захисту (залізничні шпали, телетехнічні стовпи та інші вироби з дуже шкідливими забрудненнями) типу: пентахлорфенол (ПХФ); соляних препаратів, які мають зв'язки фтору, міді, ртуті, арсену, миш'яку та ін.; Інші вироби, які не увійшли до категорій I, II, III.
5	ВЖД-ПХБ	Вироби з речовинами захисту типу: поліхлоровані біфеніли (ПХБ), поліхлоровані терфеніли (ПХТ), полібромовані біфеніли (ПББ) з концентрацією 50 мг/кг і більше; фракції кам'яновугільної смоли, які містять бенз(а)пірен та сполуки; Тепло- і звукоізоляційні плити (панелі), що випускались до 1972 року; Інші вироби, які не увійшли до IV категорії.

Табл. 5. Систематизований перелік найпоширеніших деревних відходів – вживаної деревини за групами, видами, підвидами, категоріями та кодами

№	Загальний асортимент відходів			Кате- горія	Код		
	Група	Вид	Різновиди				
1	Деревні відходи виробництва де- ревини, виробів з деревини та ма- теріалів інших. Бракована продукція		Відрізки, уламки дошок, шпон, тирса, стружка, волокниста маса та інші, змі- шані бруски в натуральному вигляді	A-I	2000.2.2 2000.3.1		
			Відрізки деревних матеріалів і обробле- ної деревини та інші куски (без шкідли- вих домішок)	A-II	2000.2.2 2000.3.1		
2	Вживана упаковка	Піддони	З масивної деревини: євро та промислові	A-I	7710.3.1.06		
			З деревних матеріалів	A-II	7710.3.1.06		
			Інші, з композиційних матеріалів	A-III	7710.3.1.06		
		Ящики	Транспортні з масивної деревини	A-I	6000.3.1.04		
			Транспортні з деревних матеріалів	A-II	6000.3.1.04		
			Фруктові, овочеві, декоративні та анало- гічні коробки та бочки з масиву	A-I	7710.3.1.06		
			Від боєприпасів та аксесуарів	A-IV	7730.3.2.01		
		Кабельні бара- бани	Виготовлені до 1989 року	A-IV	7730.3.2.01		
			Виготовлені після 1989 року	A-I	7710.3.1.06		
3	Вживана деревина з області будівництва	Деревина у змішаному асо- ртимент	Натуральна деревина	A-I	4510.1.3.06		
			Деревні матеріали, бруски та оброблена деревина (без шкідливих домішок)	A-II	4510.1.3.06		
		Деревина від зносу та розби- рання	Дошки для підлоги, плінтуса, щити (без шкідливих домішок)	A-II	4510.1.3.06		
			Столярні плити та внутрішні каркаси дверей (без шкідливих домішок)	A-II	4510.1.3.06		
			Профільні дошки та бруски для об'ємного інтер'єру, вагонка та стельові панелі (без шкідливих домішок)	A-II	4510.1.3.06		
			Плити тепло- і звукоізоляції, які містять поліхлоровані біфеніли (ПХБ)	Лікві- дація	4510.3.2.01		
		Деревина від зносу та виве- дення з експлу- атації	Уламки будівельних плит, щити	A-II	4510.1.3.06		
			Елементи каркасних конструкцій – стій- ки, косяки, заповнення та інші	A-IV	4510.1.3.06		
			Елементи дахових конструкцій – крокви, лати, контрлати, платви	A-IV	4510.1.3.06		
			Віконні блоки (коробки, стулки)	A-IV	4510.1.3.06		
			Зовнішні дверні блоки, листи дверей	A-IV	4510.1.3.06		
			Зовнішні просочені балки, зимові сади, підпори, балкони, обшивки	A-IV	4510.1.3.06		
			Будівельна деревина із шкідливими до- мішками	A-IV	4510.3.2.01		
		4	Просочена вжи- вана деревина від зовнішнього вико рис-тання	Різні	Залізничні шпали	A-IV	4510.3.2.01
					Електричні стовпи	A-IV	4510.3.2.01
					Виноградні стовпи	A-IV	4510.3.2.01
					Садово-паркові, пляжні та інші меблі зовнішнього користування	A-IV	4510.1.3.06
					Вироби з сільського господарства – ого- рожі, штахети, сходи, брами і інші	A-IV	4510.1.3.06
5	Вживані меблеві вироби	Різного призна- чення	Меблі з масивної деревини	A-I	7710.3.1.10		
			Меблі без галогеноорганічних з'єднань у покриттях	A-II	7710.3.1.10		
			Меблі з галогенорганічними з'єднаннями у покриттях (тефлон, ПВХ плівки тощо)	A-III	7710.3.1.10		
6	Вживана деревина від різних громіздких конструкцій			A-III	4510.3.1.01		
7	Вживана деревина з промислових об'єктів (підлоги, перекриття)			A-IV	4510.3.1.01		
8	Вживана деревина з гідротехнічних споруд (мости, переправи, віадуки)			A-IV	4510.3.1.01		
9	Вживана деревина від демонтованих суден, вагонів і кузовів			A-IV	4510.3.1.01		
10	Вживана деревина від пожеж			A-IV	4590.3.1.01		

Висновки. Проаналізовано хімічний склад вживаної деревини – виробів з деревини, що підлягають утилізації – від оброблення сировини і матеріалів на різних стадіях до вилучення

готових виробів (відходів споживання) з різних об'єктів господарювання. Охарактеризовано та описано склад та матеріал як природних так і хімічних забруднювачів, що використовуються як речовини захисту деревини. Розроблено класифікацію включень у спожитій деревині. Запропоновати класифікацію вживаної деревини – виробів з деревини, що підлягають утилізації за ступенями забруднення з поділом на чотири групи вживаної деревини, які гармонізуються з міжнародними системами класифікації аналогічних відходів. Систематизовано вживану деревину – вироби з деревини, що підлягають утилізації за походженням : групами, видами, підвидами та категоріями.

References

1. „Verordnung über Anforderungen an die Entsorgung von Altholz“, 15. August 2002. BGBl. I, Nr. 59 vom 23.8.2002. - S. 3302.
2. „Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von AltholzV (Altholzverordnung)“, Art. 1a der Verordnung vom 1. März 2003. BGBl. I. - S. 3302-3317.
3. „Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz V (Altholzverordnung)“, Art. 2a der Verordnung vom 20. Oktober 2006. BGBl. I Nr. 48, - S. 2298, 2331.
4. **Bekhta P.A.** (1999). Можливості повторного використання вживаної сировини: сучасний стан та перспективи / *Mozhlyvosti povtorno vykorystannya vzhivanoyi syrovyny: suchasny stan ta perspektyvy* [Possibilities of reuse of used raw materials: current state and prospects] // Scientific Bulletin UNFU 9(5):34-44.
5. **Brandstätter M.** (1994). Rest-und Altholz; Anfall und Vermertung in osterreich. Holzforschung und Holzverwertung, 3:46-48.
6. **COST Action E 31.** (2004). National summary reports on the European market of recovered wood, 335.
7. **Drossel K., Wittke B.** (1996). Stoffliche Verwertung von Altholz- Rücknahme von Spanplatten und Altmöbeln für die Spanplattenherstellung, VDI-Verlag.
8. **Gayda S.V.** (2007). A problem of arboreal raw material is in Europe and Ukraine. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry 33:55-63 (in Ukrainian).
9. **Gayda S.V.** (2011). Recycled of post-consumer wood is for the production of particleboard in Ukraine / Proceedings of the XXI International symposium Adhesives in Woodworking Industry (Slovakia, Zvolen Juve 29 – July 01. 2011). TU Zvolen. – P. 108-121.
10. **Gayda S.V.** (2012). Production techniques and properties of fuel pellets produced from post-consumer wood. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry 38: 112-150.
11. **Gayda S.V.** (2013). Techniques for utilization of post-consumer wood in the production of fuel pellets and briquettes. Proceedings of the XXI International symposium Adhesives in Woodworking Industry (Slovakia, Zvolen Juve 23-26. 2013). TU Zvolen, 119-130.
12. **Gayda S.V.** (2013). Technologies and recommendations on the utilization of post-consumer wood in wood-working industry. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry 39(1):48-67 (in Ukrainian).
13. **Gayda S.V.** (2013). The technological solutions for recycling of post-consumer wood. Proceedings of I International Interdisciplinary Scientific Conference Formation of stable outlook as the basis of sustainable development (Ukraine, Lviv, 14-16 March 2013) UNFU: Lviv, 5-11.
14. **Gayda S.V.** (2013). Розроблення технології виробництва паливних гранул на основі енергетичного потенціалу вживаної деревини [Development of technology for the production of fuel pellets based on the energy potential of used wood]. Scientific Bulletin of UNFU 23.14:83-93. (in Ukrainian).
15. **Gayda S.V.** (2014). Techniques for recycled of post-consumer wood in the production of quality particleboard. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry 40:41-51.
16. **Gayda S.V.** (2014). *Teoreticheskoye obosnovaniye podkhoda po prognozirovaniyu prochnosti drevesnostruzhechnykh plit iz vtorichno ispol'zuyemoy drevesiny* [The theoretical rationale for the approach on the prediction the strength of particleboard from recycled wood]. *Actual problems of forest complex* 38:212-216 (in Russian).
17. **Gayda S.V.** (2018). Strength of combined blockboard made of post-consumer wood (PCW). Bulletin of KhNTUA 197:3-9, (in Ukrainian).
18. **Gayda S.V.** (2016). A investigation of form of stability of variously designed blockboards made of post-consumer wood // ProLigno : Scientific Journal. – Editura Universitatii «TRANSILVANIA» din Brasov. 12(1):22-31.
19. **Gayda S.V.** (2016). *Ekologo-tehnologicheskoye aspekty pererabotki vtorichno ispol'zuyemoy drevesiny dlya proizvodstva pressovannykh materialov* [Ecological and technological aspects of recycling post-consumer wood for production compacted materials]. *Lesnoy vestnik / Forestry bulletin of MSFU* 20(3):15-22 (in Russian).
20. **Gayda S.V.** (2016). Research on physical and mechanical characteristics of front blockboards made from post-consumer wood [Дослідження фізико-механічних характеристик фасадних столярних плит із вживаної деревини]. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry* 42: 33-50. doi: <https://doi.org/10.36930/42164206>

21. **Gayda S.V.** (2016). Технологічні підходи до поверхневого очищення вживаної деревини голкофрезерним інструментом / *Tekhnolohichni pidkhody do poverkhnevoho ochyshchennya vzhuvanoyi derevyny holkofrezernym instrumentom* [Technological approaches to cleaning of surface of post-consumer wood of needle-milling tools]. Bulletin of KhNTUA 178:3-11 (in Ukrainian).
22. **Gayda S.V., Kiyko O.A.** (2013). Технология очистки вторично используемой древесины иглофрезерными станками [The technology of cleaning recycled wood with needle milling machines] // Actual problems and prospects of the development of LPK: materials II NTK., September 9-11, 2013 - Kostroma. - P. 36-39. (in Russian).
23. **Gayda S.V.** (2017). Використання нечітких експертних систем для підтримки прийняття рішень в процесі сортування вживаної деревини / *Vykorystannya nechitkykh ekspertnykh system dlya pidtrymky pryynyattya rishen' v protsesi sortuvannya vzhuvanoyi derevyny* [Using fuzzy expert systems for decision support in the process of post-consumer wood sorting]. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry 43:5-20 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42174301>
24. **Gayda S.V.** (2017). Комплексні дослідження зміни пружних властивостей вживаної деревини ялиці з віком / *Kompleksni doslidzhennya zminy pruzhnykh vlastyvostey vzhuvanoyi derevyny yalytsi z vikom* [The complex studies on the change of elastic properties of post-consumer fir wood with age]. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry 43:58-72 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42174308>
25. **Gayda S.V.** (2018). Дослідження та аналіз характеристик щитових конструкцій із вживаної деревини / *Doslidzhennya ta analiz kharakterystyk shchytovykh konstruktсий iz vzhuvanoyi derevyny* [A investigation and analysis of characteristics of solid furniture boards made of post-consumer wood]. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry 44:15-25 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42184402>
26. **Gayda S.V.** (2018). Технологія МДФ-фасадів / *Tekhnolohiyi MDF-Fasadiv* [MDF Facade Technologies]. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry 44:70-83 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42184410>
27. **Gayda S.V.** (2019). Визначення та порівняння властивостей вживаної деревини основних хвойних порід / *Vyznachennya ta porivnyannya vlastyvostey vzhuvanoyi derevyny osnovnykh khvoynykh porid* [A determination and comparison of properties of post-consumer wood of the basic conifers]. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry 45:39-46 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42194506>
28. **Gayda S.V.** (2020). Аналіз конструкцій та технологій виготовлення сучасних меблевих фасадів / *Analiz konstruktсий ta tekhnolohiy vyhotovlennya suchasnykh meblevykh fasadiv* [Analysis of structures and technologies of manufacture of modern furniture facades]. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry 46:54-64, (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42204606>
29. **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> (in Ukrainian).
30. **Gayda S.V., Ilkiv M.M., Savka D.B.** (2021). Дослідження технологічних процесів виготовлення меблевих фасадів з масивної деревини // *Doslidzhennya tekhnolohichnykh protsesiv vyhotovlennya meblevykh fasadiv z masyvnoyi derevyny*. [Research of technological processes of manufacture of meble facades from solid wood]. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry 47:22-33, (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42214703>
31. **Gayda S.V., Kiyko O.A.** (2018). Формостійкість як критерій якості столярних плит із вживаної деревини / *Formostiykist' yak kryteriy yakosti stolyarnykh plyt iz vzhuvanoyi derevyny* [Shape stability as a quality criterion for PCW-made blockboards]. Scientific Works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine 17:185-192 (in Ukrainian).
32. **Gayda S.V., Kiyko O.A.** (2020). Determining the regime parameters for the surface cleaning of post-consumer wood by a needle milling tool. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5(1(107)). 89–97. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.212484>
33. **Gayda S.V., Kiyko O.A.** (2020). The investigation of properties of blockboards made of post-consumer wood. Poznan: Drewno, 63(206). 77-102. doi: <https://doi.org/10.12841/wood.1644-3985.352.10>
34. **Gayda S.V., Kiyko O.A.** (2021). Властивості вживаної деревини як визначальний чинник якості меблевих виробів / *Vlastyvosti vzhuvanoyi derevyny yak vyznachal'nyy chynnyk yakosti meblevykh vyrobiv* [Properties of used wood as a determining factor in the quality of furniture products]. Scientific Works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine 23:152-162 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/412135>
35. **Gayda S.V., Kiyko O.A., Guz M.M.** (2022). Research of the structure of stump and rootwood for effective use in the production of wood products. Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry, 64 (3):131–142, doi: <https://doi.org/10.2478/ffp-2022-0011>
36. **Gayda S.V., Maksymiv, V.M.** (2007). Analysis, features, problems and experience of the use of additional resources of raw material – wastes and of used wood. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry 33:63-73 [in Ukrainian].
37. **Gayda S.V., Petryshak I.V., Humeniuk Zh.Ya.** (2021). Визначення впливу породи та режимів шліфування на шорсткість поверхні деревини [Determination of the influence of rock and grinding modes on the surface roughness of wood]. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry 47:5-15 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42214701>.
38. **Gayda S.V., Salapak L.V., Lesiv L.E.** (2021). Визначення ефективного технологічного процесу виготовлення різних опорних елементів для функціональних площин. [Determination of an efficient technolog-

ical process of manufacturing various support elements for functional surfaces]. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry 47: 58-72, (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42214708>

39. **Gayda S.V., Voytovych I.G.** (2017). Durability and stability of elements for beam furniture products made from post-consumer wood are investigated. Bulletin of KhNTUA, 189, 62-70 (in Ukrainian).

40. **Gayda S.V.** (2019). Scientific and technical basis of the use of used wood in woodworking: thesis of the Doctor of Technical Sciences in the specialty 05.23. – Lviv: UNFU. – 465 (in Ukrainian).

41. **Hoffmann V.** (1996). Zuordnungskriterien für Rest- und Altholz zur energetischen Verwertung oder thermischen Behandlung. In: R. Marutzky und W. Schmidt (Hrsg.). Alt- und Restholz: Energetische und stoffliche Verwertung, Beseitigung, Verfahrenstechnik, Logistik, VDI-Verlag, Düsseldorf. 185-189.

42. **Mantau, U., H. Weimar, L. Kuiper, and N. Leek.** (2005). Final report (part1). Origin and Commercialization Structure of Post-Consumer Wood in Germany and the Netherlands. University of Hamburg. 31.

43. **Marutzky R.** (1997). Qualitätsanforderungen und Entsorgungswege für Rest- und Gebrauchtholz. In: Alt- und Restholz - Energetische und stoffliche Verwertung, Beseitigung, Logistik, VDI-Verlag, Düsseldorf. 114-118.

44. **Moxn J.** (2000). Emissionen und Stoffflüsse von (Rest-) Holzfeuerungen / Das Projekt wurde von den folgenden Institutionen finanziert: BUWAL Schweiz. Vereinigung für Holzenergie IG-Altholz Kantone (AG, BE, BS/BL, GE, TG, ZG, ZH) Anlagenbetreiber. - EMPA. Abteilung Luftfremdstoffe / Bericht Nr. 880'002/1, 180.

45. **Noger D., et al.** (1996). Verwertung und Beseitigung von Holzaschen. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL). Schriftenreihe Umwelt Nr. 269.

46. **Oniśko W., Dobrowolska E., Matejak M.**: Opracowanie założeń klasyfikacji drewna użytkowego według kierunków jego zużycia. Opracowanie OBRPPD nr 74.1379.3.98.

47. **Ratajczak E.** (2013). Sektor leśno-drzewny w zielonej gospodarce. Wydawnictwo Instytutu Technologii Drewna, Poznań: 62-69.

48. **Ratajczak E., Szostak A., Bidzińska G.** (2003). Drewno użytkowe w Polsce, Drewna, 168.

49. **Ratajczak E., Szostak A., Bidzińska G., Leszczyszyn E.** (2018). Market in wood by-products in Poland and their flows in the wood sector. Poznań : Drewno 61(202). 5-20.

UDC 674.001.2

***Prof. S.V. Gayda, Doktor of Sciences; assoc. prof. G.V. Somar,
Ph.D; assoc. prof. I.A. Sokolovskyy, Ph.D - UNFU***

The chemical nature of pollutants as a basis for the classification of wood products to be utilization

The chemical composition of used wood - wood products to be disposed of - from the processing of raw materials and materials at various stages to the removal of finished products (consumer waste) from various economic facilities was analyzed. The composition and material of both natural and chemical pollutants used as wood preservatives are characterized and described. In detail research composition and material of pollutants of post-consumer wood, in particular on the basis of matters of defence of wood: antiafterglows, antiseptics, insecticides, fungicides, biogicides, fixing agent, complex preparations but other. Classification of including of post-consumer wood which includes mechanical and chemical contaminations is developed. The most dangerous matters, carcinogenic connections and toxic components which can be contained in post-consumer wood, are described, in particular, pentachlorophenol, lindan, permethrin, dichlordiphenyl-trichlorethan (DDT), polychlorinated biphenyls (PCB), polichlorinated terphenyls (PCT), polibrominated biphenyls (PBB), polyvinylchloruro (PVC), butters on the basis of factions of coal resin (benzo(a)pyren) and connections which contain benzo(a)pyren but other, superficially active hydrocarbons (SAH). To propose the classification of used wood - wood products to be disposed of according to the degree of pollution, with a division into four groups of used wood, which are harmonized with international systems of classification of similar waste. The list of the most widespread arboreal wastes is systematized – post-consumer wood after groups, kinds, subspecieses, categories and kodas. Generalized list of dangerous components of wastes – components – chemical elements (arsenic, boron, cadmium, copper, mercury, lead, titanium, fluorine, chlorine, chromium, zinc but other) and their connections. Limitation for wood chips and shavings from common wood, which are used for the production of arboreal flags, is resulted. The criteria of classification of post-consumer wood (possible concentrations of harmful components) are offered for the different types of incineration.

Keywords: post-consumer wood, antiafterglows, antiseptics, insecticides, fungicides, matters of defence, arboreal wastes, degree of contamination, systematization of post-consumer wood, concentration of harmful components.
