

Підставляючи функцію оптимального кута α_z^{on} профілю лопаті в (3), отримаємо максимальне значення функціонала, тобто максимальне значення потужності N^{on} , яку може відібрати ВК з лопатями, що мають оптимальний кут профілю α_z^{on} :

$$N^{on} = 2\pi\rho_n \int_{R_b}^{R_3} z^2 \frac{d\varphi}{dt} \sin \alpha_z^{on} V_n \cos \alpha_z^{on} \left(V_n \cos \alpha_z^{on} - \frac{d\varphi}{dt} z \sin \alpha_z^{on} \right) dz. \quad (7)$$

Для визначення оптимальної ω_k^{on} кутової швидкості $\frac{d\varphi}{dt}$ обертання ВК необхідно прирівняти до нуля часткову похідну від N^{on} по $\frac{d\varphi}{dt}$, тобто

$$\frac{\partial N^{on}}{\partial \omega_k^{on}} = 0, \quad (8)$$

або чисельно, перебором визначити значення ω_k^{on} , при якому N^{on} з (7) набирає максимального значення.

Отже, залежності (6-8) дають змогу оптимізувати кут профілю лінійчастої лопаті ТВК та швидкість його обертання за критерієм максимально можливого відбору потужності зі слабких ПП.

Як зазначено у [9], не менш важливою задачею, ніж відбір максимально можливої потужності зі слабких ПП, є задача захисту лопатей ВК від сильних ПП, відбору з них лише максимальної проектної потужності. Цього можна досягнути двома шляхами: або збільшуючи кут β – кут повороту лопаті навколо маха, або збільшуючи кут α – кут між вектором швидкості ПП та віссю обертання ВК, повертаючи його. Другий шлях доцільно використовувати для ВК невеликого діаметра і малих швидкостей його обертання. В цьому випадку є можливість робити лопаті неповоротними.

Аналогічно до того, як залежність (3) була проінтегрована (залежність 5), можна проінтегрувати і залежність (1), в якій $\frac{d\varphi}{dt} \approx \omega_k^{on}$ та $\alpha_z = \alpha_z^{on}$. Інтегруючи чисельно, завжди можна визначити необхідні значення кутів β або α для того щоб потужність, що відбирається ВК з ПП була в межах допустимих величин.

Для перевірки правомірності аналітичних підходів, правильності отриманих математичних залежностей було розроблено дев'ятилопатеви макет ВЕУ та випробувано його в аеродинамічній трубі Національного університету "Львівська політехніка". Результати експериментів показали правомірність прийнятих припущень та достатню для потреб практики точність результатів, отриманих аналітично.

Висновки. Запропоновано класифікацію вітро двигунів з урахуванням тенденцій їх розвитку. Проведено порівняння характеристик вітро двигунів з лопатями гвинтового і вітрильного типу. Визначено потужність, яку відбирає ділянка лопаті елементарної площі тихохідного вітроколеса вітрильного типу.

Література

1. Gumula S. Energetyka wiatrowa / S. Gumula, T. Knap, P. Strzelczyk, Z. Szczerba. – Krakow : AGH, 2006. – 402 s.
2. Manweell J.F. Wind Energy Explained, Theory, Design and Application / J.F. Manweell, J.G. McGovan, A.L. Rogers. – Chichester : John Wiley & Sons, LTD, 2002. – 590 p.
3. ГОСТ Р 51990-2002. Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Установки ветроэнергетические. Классификация.
4. Kira Grogg. Harvesting the Wind: The Physics of Wind Turbines Carleton College: Physics and Astronomy Comps Papers, 2005. – 10 p.
5. Бычков Н.М. Ветро двигатель с эффектом Магнуса. Теплофизика и аэромеханика / Н.М. Бычков. – 2005. – Т. 12. – № 1. 159- 175.
6. Научно-технический портал. Изобретения. [Электронный ресурс]. – Доступный з http://www.ntpo.com/patents_electricity/electricity_2/electricity_123.shtml. Перевірено 11.09.2011.
7. Зінько Р.В. Моделирование работы ветроэнергетической установки с лопатями постоянного профиля на радиусе ветроколеса / Р.В. Зінько, М.Б. Кудлик, Т.І. Круць, І.С. Лозовий // Комп'ютерні науки та інформаційні технології (CSIT-2008) : III Міжнар. наук.-техн. конф., 25-27 вересня 2008 року. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – С. 269-272.
8. Янг Л. Лекции по вариационному исчислению и теории оптимального управления / Л. Янг. – М. : Изд-во "Мир", 1974. – 488 с.
9. Твайдел Дж. Возобновляемые источники энергии : пер. с англ. / под ред. В.А. Коробкова / Дж. Твайдел, А. Уэйр. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 392 с.

Зінько Р.В. Особенности работы ветряков с лопастями парусного типа

Предложена классификация ветродвигателей с учетом тенденций их развития. Проведено сравнение характеристик ветродвигателей с лопастями винтового и парусного типа. Определена мощность, которую отбирает участок лопасти элементарной площади тихоходного ветроколеса парусного типа.

Ключевые слова: лопасти парусного типа, автономные ветроэнергетические установки, классификация, оптимизация профиля поверхности лопасти.

Zinko R.V. Features of work of wind turbines are with the blades of the wind-driven type

It is offered classification of wind engines taking into account their progress trends. of Comparing of descriptions of wind engines with the blades of spiral and wind-driven type. Certainly power which is taken away by the area of blade of elementary area of slow wind wheel of the wind-driven type.

Keywords: blades of the wind-driven type, autonomous wind energy station, classification, blade surface optimization.

УДК 674.815-41

Доц. Р.Г. Салабай, канд. техн. наук; доц. Р.О. Козак, канд. техн. наук; асист. І.І. Салабай – НЛТУ України, м. Львів

АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА СТРУЖКОВИХ ПЛИТ В УКРАЇНІ

Наведено обсяги виробництва стружкових плит в Україні за 1990-2010 рр. Проаналізовано динаміку їх виготовлення: зростання/зниження обсягів виробництва за цей період.

Ключові слова: стружкові плити, обсяги виробництва, виробники плит, динаміка виготовлення.

Стружкові плити (СП) – найпоширеніший матеріал, який застосовують у виробництві меблів, будівництві, вагоно-, судно- та автомобілебудуванні, а також у багатьох інших галузях та побуті.

У колишньому СРСР перша установка для промислового виготовлення стружкових плит потужністю 3,5 тис. м³ на рік почала діяти в 1956 р. на Уфимському домобудівному комбінаті. У 1959-1961 р. машинобудівна промисловість розпочала випуск обладнання з виробництва стружкових плит, на основі якого було розроблено типові проекти цехів СП-25 та СП-35. На початок 1975 р. вже працювало 60 таких цехів потужністю майже 2 млн м³ на рік.

У 60-х роках минулого століття в Україні було збудовано та введено в експлуатацію шість заводів із виробництва стружкових плит потужністю 25-35 тис. м³ на рік [1]. Ці заводи на той час було оснащено прогресивним обладнанням. Стружкова плита прийшла на зміну трудо- та матеріаломісткій столлярній плиті. Окрім цього, нове виробництво дало змогу максимально використати низькосортну деревину та деревинні відходи деревообробних підприємств України. Промисловість стружкових плит України на початку 90-х років минулого століття базувалася вже на 12 підприємствах, де діяли 14 технологічних ліній, що переважно розташовані на Заході країни.

Початок переходу економіки на ринкові відносини після розпаду СРСР характеризувався падінням обсягів виробництва стружкових плит (рис. 1). Це було зумовлено тим, що переважна більшість цих ліній не одне десятиліття експлуатувалися в умовах гарячого режиму, що призвело до повного фізичного і морального зношення устаткування. Відбувалося це на фоні загальної кризи економіки країни, коли нові лінії в експлуатацію не вводилися, а старі переставали працювати.

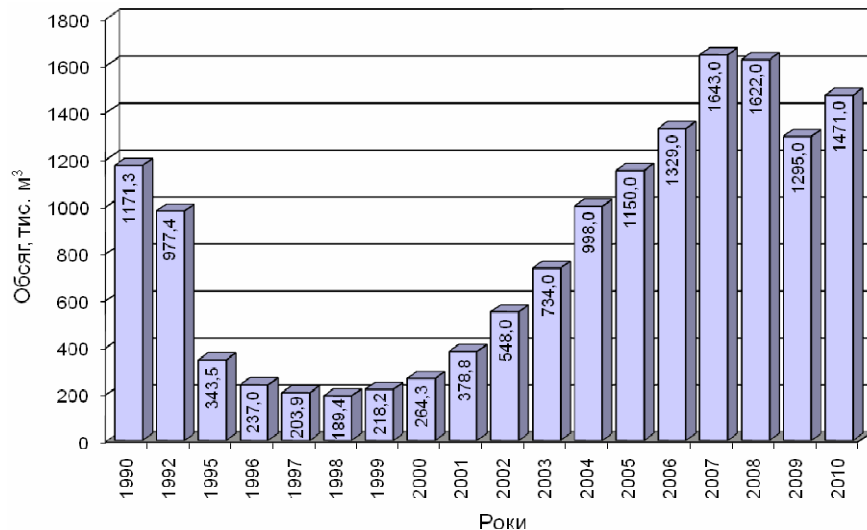


Рис. 1. Обсяги виробництва стружкових плит в Україні

У 1990 р. було виготовлено 1171,3 тис. м³, а вже у 1992 р. виробництво зменшилося до 977,38 тис. м³ плит за середньорічної потужності підприємств 1181 тис. м³. Дефіцит стружкових плит тоді в Україні становив 700 тис. м³ і поповнювався за рахунок ввезення плит з Росії і Білорусі. Такі

негативні тенденції спостерігалися до кінця 90-х років XX ст. 1996-2000 рр. були найскладнішими для підприємств, які виготовляли стружкові плити. За ці роки загальний обсяг виробництва (1112,8 тис. м³) не перевищив обсягу 1990 р. (1171,3 тис. м³).

З 1998 р. економічна ситуація в країні почала стабілізуватися і з кожним роком покращуватися. Позитивні тенденції зростання виробництва спостерігалися і у виробництві стружкових плит [2].

У 2000 р. з підприємств-виробників СП основну частину плит (73 % всього обсягу) виготовили три підприємства: Надвірнянський ЛК, Костопільський ДБК та АТ "Аверс" м. Київ. Ще три підприємства: Калинівський ЕЗДМ, Черкаський ДОК та Солоницівський КМД допустили значний спад виробництва і виготовили разом 24 % загального обсягу плит. Берегометський, Свалявський та Кам'янка-Бузький заводи стружкових плит виготовили лише 3 % плит, а Брошнівський ЛК, Тересівський і Ківерцівський ДОКи згорнули їх виробництво.

З 2001 р. обсяги виробництва стружкових плит в Україні почали зростати (рис. 1) і у 2004 р. наблизилися до мільйонної позначки, з них більше 2/3 – обсяги личкованих стружкових плит. Свій вклад у насичення ринку личкованих стружкових плит на той час внесли сім підприємств: ТзОВ "ЛК "Інтерплит Надвірна" і ТзОВ "Свіспан Лімітед" (м. Костопіль) – структури ЗАТ "ВО "Деревинні плити і матеріали" (Wooden Boards & Materials (WBM)); ТзОВ "Кроно-Львів" (м. Кам'янка-Бузька), ЗАТ "Солоницівський КМД" і ТзОВ "Кроно-Осмолода" – структури швейцарського концерну Swiss Krono Group; АТ "Аверс" (м. Київ) та ТзОВ "Калинівський ЕЗДМ". Варто зауважити, що у 2004 р. набравши в Україні оберти, група Krono зрівнялася за обсягами виробництва ламінованих стружкових плит зі структурами WBM. Разом на їх частку припадало майже 90 % виробництва всієї ламінованої плити. Неличковану стружкову плиту, крім згаданих вище підприємств, виготовляли також ТзОВ "Черкаський ДОК" та ТзОВ "Берегометський завод ДСП".

Аналізуючи динаміку виготовлення стружкових плит в Україні, необхідно відзначити, що обсяги виробництва за 2001-2007 рр. стрімко збільшувалися (рис. 1). Це стало можливим завдяки введенню нових потужностей на підприємствах груп Krono та WBM. За 2005-2007 рр.: на ТзОВ "Кроно-Осмолода" модернізовано лінію на базі безперервного пресу, що дало змогу збільшити потужності підприємства майже вдвічі; на ТзОВ "Свіспан Лімітед" введено в дію другу лінію потужністю 150 тис. м³; австрійська група Kronospan почала будувати завод з виробництва стружкових плит у м. Нововолинську – ТзОВ "Кроно Плюс" (сьогодні ТзОВ "Кроноспан УА").

Плитне виробництво загалом розвивалося найшвидшими темпами серед виробництв деревообробної промисловості України. Однак світова фінансово-економічна криза внесла свої корективи в розвиток плитних виробництв. У 2008 р. спостерігалося призупинення нарощування обсягів виробництва стружкових плит – на 1,3 % менше, порівняно з 2007 р. У 2009 р. цей спад поглибився і становив 20,2 %, порівняно з 2008 р.

Основні причини спаду виробництва СП у 2009 році – високий рівень цін на лісопродукцію та хімічні матеріали, а також різке зменшення попиту

на плити на внутрішньому та зовнішньому ринках, внаслідок скорочення виробництва у меблевій промисловості, будівництві та інших галузях. На роботу підприємств-виробників плит також вплинули зупинки хімічних підприємств, які на початку 2009 р. призупинили виробництво карбамідоформальдегідних смол – в'язучих матеріалів для виробництва плит, а після відновлення роботи – підвищили ціни на ці смоли, мотивуючи це зростанням ціни на природний газ.

Через сповільнення темпів зростання виробництва меблів зменшилися обсяги споживання стружкових плит, для яких вони є, як відомо, основним конструкційним матеріалом. У 2009 р. обсяги виробництва меблевої продукції знизилися на 36,2 %, порівняно з 2008 р. Негативну тенденцію спаду обсягів виробництва стружкових плит було зупинено у 2010 р. (рис. 1). За 2010 р. обсяги виробництва стружкових плит збільшилися на 13,6 %, порівняно з 2009 р. Найбільші темпи зростання виробництва СП спостерігалися у I кварталі (рис. 2).

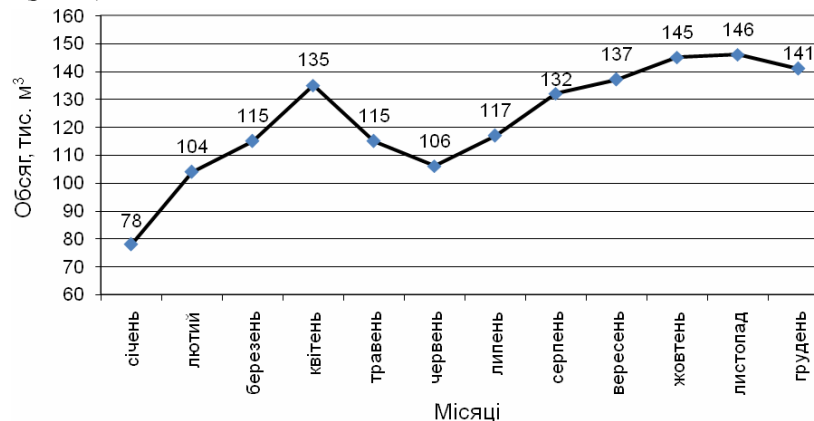


Рис. 2. Динаміка зростання/зниження обсягів виробництва стружкових плит в Україні у 2010 р.

Така ж позитивна динаміка була притаманна і виробництву ламінованих та кашованих стружкових плит. Найбільшим виробником стружкових плит, за підсумками I кварталу 2010 р., визнано ТзОВ "Кроно-Україна", котре виготовило 54,6 % усього квартального обсягу: 54,1 % – необроблені, 55,3 % – ламіновані та кашовані стружкові плити (табл. 1).

Тенденції до зростання обсягів виробництва стружкових плит зберігаються і в I півріччі 2011 р. – 126 %, порівняно з I півріччям 2010 р. Загалом упродовж 2011 р., підприємства-виробники стружкових плит працювали стабільно, виготовляючи у середньому 136 тис. м³ СП за місяць (рис. 3) і за січень-липень 2011 р. виготовили 955 тис. м³ [4].

Що ж стосується інших видів стружкових плит на основі деревини, зокрема таких поширених, як OSB, то поки що українські споживачі змушені використовувати продукцію імпортного виробництва, найчастіше країн-сусідів [3]. У звіті UNECE/FAO (Європейська економічна комісія ООН / Продовольча

та сільськогосподарська організація ООН) "Forest Products Statistics 2004-2008" наведено дані споживання Україною OSB за 2004-2008 рр. (табл. 2). Обсяги споживання Україною OSB, за даними 2008 р., дорівнюють 1,79 % загальноєвропейських обсягів виробництва цього матеріалу. Як видно з табл. 2, до 2008 р. обсяги споживання Україною OSB постійно зростали, але з 2008 р. це зростання призупинилося, аналогічно як й інших плитних матеріалів.

Табл. 1. Обсяги виробництва стружкових плит в Україні у I кварталі 2010 р. [3]

Назва підприємства	Обсяги виробництва за місяць, тис. м³			Темп до попереднього місяця, %		3 початку року	
	січень	лютий	березень	лютий	березень	обсяг, тис. м³	темп до I кварталу 2009 р., %
Стружкові плити							
ТзОВ "Кроно-Україна"	47,0	57,2	56,5	121,7	98,8	160,7	101,8
ТзОВ "Свіспан Лімітед"	14,9	24,3	29,0	163,1	119,3	62,8	119,4
ТзОВ "ЛК "Інтерплит Надвірна"	6,6	17,4	13,6	263,6	78,5	37,6	112,7
АТ "Аверс"	1,6	0,6	5,7	37,5	950,0	7,9	77,5
ТзОВ "Черкаський ДОК"	1,1	0,8	3,4	72,7	425,0	5,3	63,1
Всього	78,0	104,0	115,0	133,3	110,9	297,0	105,4
зокрема ламіновані та кашовані стружкові плити							
ТзОВ "Кроно-Україна"	29,0	38,2	48,5	131,7	127,1	115,7	114,8
ТзОВ "Свіспан Лімітед"	13,6	19,6	22,6	144,1	115,3	55,8	126,5
ТзОВ "ЛК "Інтерплит Надвірна"	5,7	13,1	12,4	229,8	94,4	31,2	125,1
АТ "Аверс"	2,2	1,7	2,6	77,3	152,9	6,5	118,2
Всього	52,8	70,3	86,1	133,1	122,4	209,2	119,4

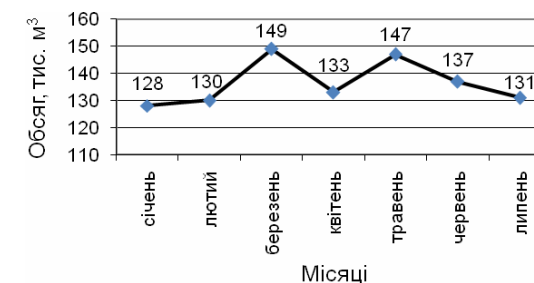


Рис. 3. Динаміка зростання/зниження обсягів виробництва стружкових плит в Україні у 2011 р. за сім місяців

Табл. 2. Обсяги споживання OSB в Україні, тис. м³

Роки	2004	2005	2006	2007	2008
Обсяги	17	19	37	73	73

Зважаючи на цілий комплекс споживчих переваг, порівняно з традиційними матеріалами деревооброблення (стружковою плитою і фанерою), плита OSB належить до найперспективніших матеріалів сьогодення як для будівництва, так і для виготовлення меблів. Темпи розвитку меблевої та будівельної галузей у нашій країні створюють широкі ринки збуту для OSB, а досвід інших країн доводить економічність та екологічність налагодження виробництва OSB, що зумовлює необхідність переорієнтації вітчизняної плитної промисловості на цей новий високотехнологічний матеріал деревооброблення.

Література

1. Мурашко А.П. Деревно-стружкові плити в Україні / А.П. Мурашко, Є.М. Одинцов // Лісовий журнал. – К., 1993. – № 6. – С. 30-32.
2. Салабай Р.Г. Сучасний стан та перспективи розвитку ринку деревинних стружкових плит / Р.Г. Салабай, Р.О. Козак // Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2009. – № 5-6. – С. 50-51.
3. Коваль Л.І. Ринок плитних матеріалів 2010 року / Л.І. Коваль // Деревообробник. – 2010. – № 9. – С. 2.
4. Деревообробка України за сім місяців 2011 року // Деревообробник. – 2011. – № 18. – С. 2.

Салабай Р.Г., Козак Р.О., Салабай И.И. Анализ производства стружечных плит в Украине

Приведены объемы производства стружечных плит в Украине за 1990-2010 гг. Проанализирована динамика их изготовления: рост/снижение объемов производства за этот период.

Ключевые слова: стружечные плиты, объемы производства, производители плит, динамика изготовления.

Salabay R.G., Kozak R.O., Salabay I.I. Analysis of particleboards production in Ukraine

The turnouts of particleboard production in Ukraine for 1990-2010 years are described. The dynamic of their production: increasing / decreasing of turnouts during this period is analyzed.

Keywords: particleboards, turnouts of production, particleboard producer, dynamic of production.

УДК 674.04

Здобувач Б.М. М'якуш¹ – НЛТУ України, м. Львів

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ СКЛЕЮВАННЯ ПАРКЕТНОЇ ДОШКИ КЛЕЯМИ НА ТЕРМОПЛАСТИЧНІЙ ОСНОВІ ТА ЇХ ВПЛИВ НА МІЦНІСТЬ ТА ФОРМОСТІЙКІСТЬ ВИРОБУ

Проаналізовано технологічні параметри режимів склеювання паркетної дошки клеями на термопластичній основі. Встановлено залежність міцності та формостійкості паркетної дошки, склеєної термопластичними клеями на основі ПВА, від технологічних параметрів режиму склеювання.

Склеювання – процес, який фізико-хімічним шляхом формує систему, що працює як одне ціле. Основною метою склеювання є забезпечення необхідної міцності поверхонь, що з'єднуються. Характеризується склеювання міцністю клейового з'єднання і залежить від адгезії та когезії.

Адгезія – це явище прилипання двох різнорідних тіл, що зумовлене міжмолекулярними силами зчеплення різнорідних молекул, які знаходяться на поверхневому шарі тіл, що склеюються. Для термопластичного клейового з'єднання деревини адгезія зумовлена міжмолекулярним зчепленням макромолекул клейового шва з макромолекулами деревини, на межі клей – деревина.

Когезія – це явище зчеплення однакових молекул речовини між собою в об'ємі одного тіла. Щоб клейове з'єднання функціонувало як єдине ціле необхідне виконання такої умови [4]:

¹ Наук. керівник: доц. Б.Я. Кшивецький, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів

$$(\sigma) = E^1_{\text{ког}} = E^1_{\text{ад}} = E^2_{\text{ког}} = E^2_{\text{ад}} = E^3_{\text{ког}}, \quad (1)$$

де $E^1_{\text{ког}}$ – енергія когезійних зв'язків у деревині для першої заготовки, $E^1_{\text{ад}}$ – енергія адгезійних зв'язків між клейовим шаром та деревиною першої заготовки; $E^2_{\text{ког}}$ – енергія когезійних зв'язків клейового шва; $E^2_{\text{ад}}$ – енергія адгезійних зв'язків між клейовим шаром та деревиною другої заготовки і $E^3_{\text{ког}}$ – енергія когезійних зв'язків у деревині для другої заготовки.

На рис. 1 наведено розподіл енергій для клейового з'єднання.

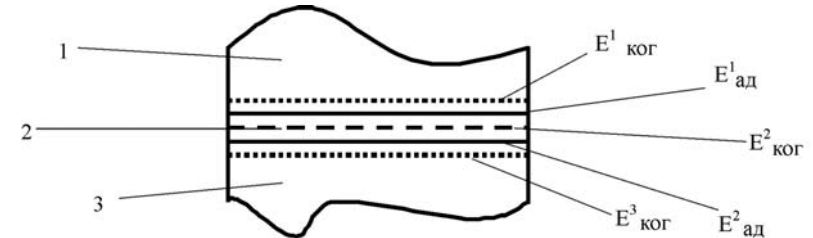


Рис. 1. Схема розподілу енергій адгезії і когезії у клейовому з'єднанні деревини: 1 – перша деталь; 2 – клейовий шов; 3 – друга деталь

Однак такий варіант є ідеальним і досягнути його досить важко, оскільки в процесі експлуатації клейового з'єднання буде спостерігатися зменшення адгезійної та когезійної енергії ($E^1_{\text{ад}}$, $E^2_{\text{ад}}$ та $E^2_{\text{ког}}$). Тому при виборі клею необхідно, щоб виконувалась така умова:

$$E^1_{\text{ад}} > E^2_{\text{ког}} \geq E^1_{\text{ког}} \text{ та } E^2_{\text{ад}} > E^2_{\text{ког}} \geq E^3_{\text{ког}}. \quad (2)$$

Для досягнення запропонованої умови необхідно правильно підібрати клеї та технологічні параметри режиму склеювання деревинних матеріалів між собою. У зв'язку з світовими екологічними проблемами, виготовлення екологічно чистої паркетної дошки є актуальним. Для виготовлення паркетної дошки пропонуємо використовувати термопластичні клеї на основі полівінілацетату (ПВА), які відповідають сучасним екологічним вимогам, а широкий асортимент їх виготовлення може задовольнити не лише економічні та технологічні, але й експлуатаційні вимоги паркетної дошки [1].

Досягнути певних експлуатаційних вимог при використанні ПВА клеїв для паркетної дошки можна за допомогою одно- та двокомпонентних клеїв, які здатні формувати лінійну або рідкоістчасту структуру клейового шва, забезпечуючи цим самими еластичність виробу. Окрім цього, такі клеї дають змогу отримати клейове з'єднання деревини зі ступенем навантаження D3-D4 згідно з Європейським стандартом DIN 204 [2].

Фізико-механічні характеристики термопластичного клейового шва на основі ПВА клеїв зумовлені переважно силами когезії, які залежать від хімічної будови складових ланок, довжини макромолекули, їх конформації та надмолекулярної структури як деревини, так і клею. Оскільки формування клейового з'єднання паркетної дошки клеями на основі ПВА проходить за допомогою механічного зчеплення та міжмолекулярних зв'язків, то значний вплив на формування міцної та формостійкої паркетної дошки будуть мати технологічні параметри режиму склеювання.