

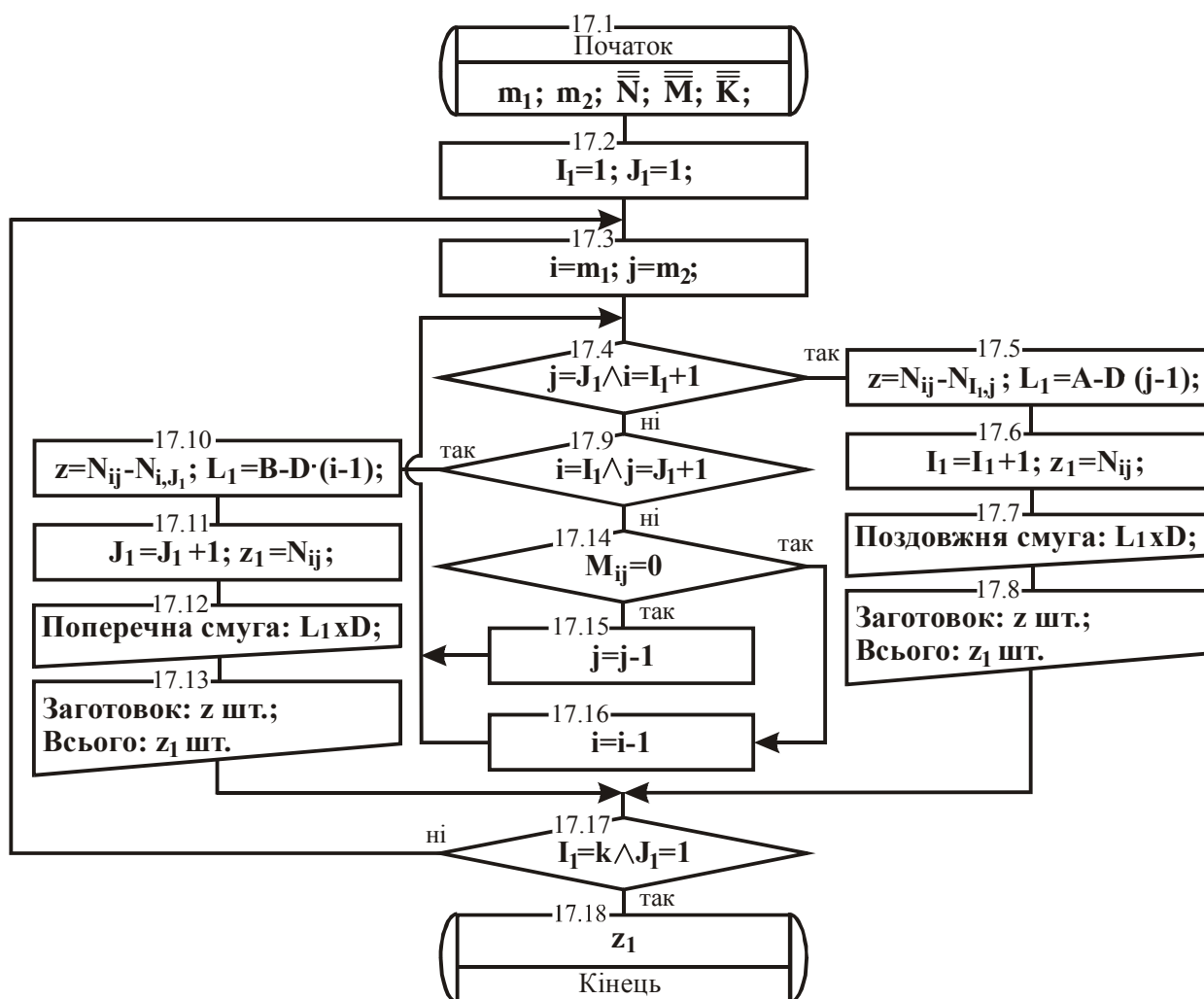


Рис. 7. Алгоритм визначення переліку смуг, що відрізаються від плити відповідно до оптимальної схеми гільйотинного розкрою

недоцільно через їх великі розміри. Складні карти розкрою плити на заготовки можуть бути реалізовані в умовах крупносерійного виробництва за допомогою комп'ютерного управління обладнанням, яке забезпечує автоматичне переміщення плити відносно пилкових супортів.

Література

1. Р. Беллман, Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования/ Пер. с англ. под ред. А.А. Первозванского. – М.: Наука, 1965. – 457 с.
2. Вдовин С.И. Методы расчета и проектирования на ЭВМ процессов штамповки листовых и профильных заготовок. – М.: Машиностроение, 1988. – 185 с.
3. Грицюк Ю.І. Моделювання карт і оптимізація плану розкрою плитних деревних матеріалів на меблевій заготовці: Монографія. – Львів: Вид. дім "Панорама", 2004. – 523 с.
4. Грицюк Ю.І. Оптимізація технологічного процесу розкрою плитних деревних матеріалів на меблевій заготовці: Монографія. – Львів: Вид. дім "Панорама", 2004. – 484 с.

УДК 674.04

Доц. Б.Я. Кишинецький, канд. техн. наук – НЛТУ України

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ З'ЄДНАНЬ ШПИЛЬКОВИХ ПОРІД ДЕРЕВИНИ ЗАЛЕЖНО ВІД ВОЛОГОСТІ

Наведено результати досліджень зміни міцності та довговічності клейових з'єднань шпилькових порід деревини (сосни) клеями на основі ПВАД та "Йоваколь" прискореними температурно-вологісними методами залежно від вологості деревини.

The results investigation of longevity jointing of conifer bearing wood in dependence humidity

Investigation longevity jointing of conifer bearing species of wood (pine) by glues on PVA base and Jowacoll by speed-up thermo-humidity methods in dependence humidity of wood are given.

Склеювання є одним із ефективних методів з'єднання сучасних конструкційних матеріалів. Його переваги з іншими видами з'єднань, в рівномірному забезпеченні розподіл напружень під навантаженням, запобіганні послабленню матеріалів у місцях з'єднання, зменшенні витрат матеріалів, збільшенні продуктивності праці.

На сьогоднішній день переваги надаються з'єднанням на основі полівінілацетатних (ПВА) клеїв, які характеризуються високою адгезією як до деревних, так і недеревних матеріалів, відсутністю концентрації внутрішніх напружень у клейовому шві, високою стабільністю під час зберігання, хімічною нейтральністю, нетоксичністю, світлостійкістю і стійкістю клейових з'єднань у часі, клейовий шов безбарвний, процес склеювання технологічно простий. При механічній обробці склеєних виробів відсутня затупляюча дія на інструмент. Основними недоліками цих клеїв, що обмежують їх широке використання у деревообробній промисловості, є невисока теплостійкість, повзучість при статичних навантаженнях, і, переважно, недостатньо висока водостійкість. Однак, окремі недоліки термопластичних клейових композицій певною мірою можна виправити за допомогою їх модифікації.

У цій статті наведено результати дослідження зміни міцності клейових з'єднань на основі ПВА під час температурно-вологісних випробувань залежно від вологості деревини перед руйнуванням. Для дослідження вибрано двокомпонентну клейову композицію Jowacoll 102.20 із затверджувачем 195.30, яка забезпечує навантаження за категорією Д4, згідно з європейським стандартом EN-204. Для порівняння, проводились аналогічні дослідження з клейовою композицією на основі ПВАД вітчизняного виробництва. Підкладкою була деревина шпилькових порід – сосна.

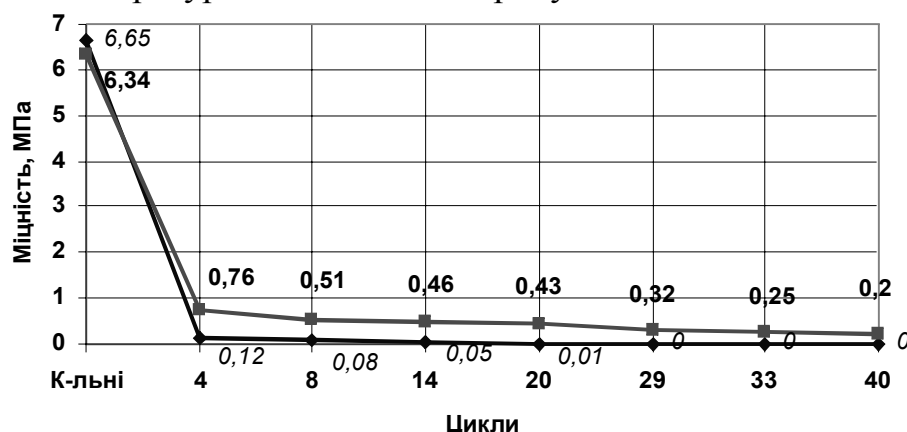
Дослідження проводились згідно зі стандартом (ГОСТ 17580-82) на стійкість клейових з'єднань до циклічних температурно-вологісних випробувань. Цей стандарт розповсюджується на хвойні породи деревини і включає 40 циклів випробувань. У кожний цикл входить: вимочування зразків у ванні з водою при температурі +20 °C протягом 20 годин, заморожування мокрих зразків у морозильній камері з температурою –20 °C протягом 6 годин, витримання зразків протягом 16 годин при температурі 18...20 °C на стелажах і завершує цикл 6-ти годинна витримка зразків у термошафі при температурі +60 °C і відносній вологості повітря 60...70 %. Один цикл триває 48 годин.

Дослідження проводились з використанням лабораторного устаткування згідно з діючими стандартами. Склеювання зразків проводили відповідно до запропонованих технологічних режимів склеювання для клеїв ПВАД та Jowacoll. Зразки підготовлені до випробувань згідно зі стандартом (ГОСТ 15613.1-84).

Табл. 1. Результати температурно-вологісних випробувань з'єднань деревини сосни клеями ПВАД та Jowacoll

№ з/п	Вологість зразків	Марка клею	Міцність склеювання, МПа							
			Міцність після відповідних циклів випробувань							
			Контрольні зразки	4	8	14	20	29	33	40
1	8 ^{±2} %	ПВАД	6,65	0,38	0,32	0,21	0,07	0	0	0
	Вологі		6,65	0,12	0,08	0,05	0,01	0,0	0,0	0,0
2	8 ^{±2} %	Jowacoll	6,34	6,67	6,31	5,88	5,69	5,46	5,15	4,83
	Вологі		6,34	0,76	0,51	0,46	0,43	0,32	0,25	0,20

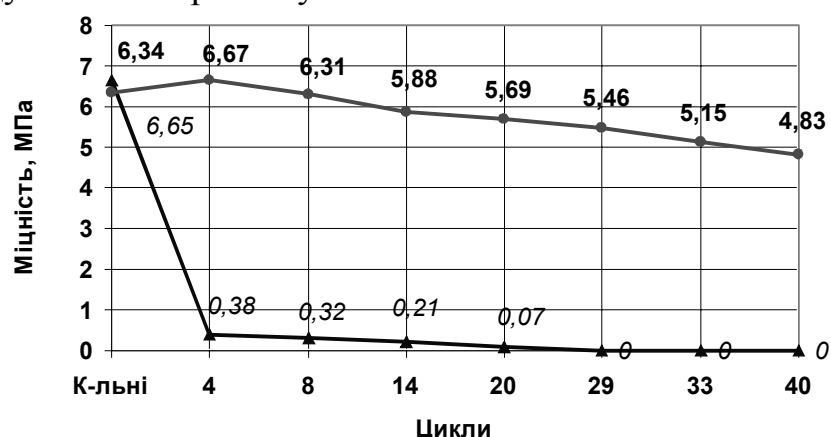
На рис. 1 наведено графічну інтерпретацію зміни міцності клейових з'єднань вологих зразків, а на рис. 2 зразків з вологою 8^{±2} % залежно від кількості циклів температурно-вологісних випробувань.



■ – з'єднання на основі клею Jowacoll; ♦ – з'єднання на основі клею ПВАД

Рис. 1. Зміна міцності вологих деревних клейових з'єднань

Як видно з табл. 1 і рис. 1 та 2 міцність клейових з'єднань контрольних зразків на основі ПВАД і Jowacoll практично однакова (6,65 і 6,34 МПа відповідно). Однак, під час температурно-вологісних випробувань клейові з'єднання ведуть себе по різному.



● – з'єднання на основі клею Jowacoll; ▲ – з'єднання на основі клею ПВАД.

Рис. 2. Зміна міцності висушених до вологості 8^{±2} % деревних клейових з'єднань

Проаналізуємо з'єднання на основі ПВАД, це криві, які зображені на рис. 1 (♦) та рис. 2 (▲). До них відносимо зразки, які піддавались механічному руйнуванню з набутою вологою (рис. 1), та зразки з вологістю 8^{±2} % (рис. 2). Міцність такого клейового з'єднання зменшується зі збільшенням кількості

циклів випробувань, але з різною інтенсивністю. Особливо різке зменшення міцності спостерігається на початку випробувань і вона практично дорівнює нулю після 20 циклу. До того ж більш інтенсивне зменшення міцності спостерігається у вологих зразках.

Це можна пояснити тим, що компоненти ПВАД у процесі формування клейового шва не утворюють сітчастих макромолекул – клейове з'єднання сформовано переважно з лінійних макромолекул ПВА і ПВС. Відомо, що полімери лінійної або розгалуженої будови, на відміну від полімерів сітчастої будови легко набухають за рахунок дифузії молекул рідини у полімер. Під час набухання спостерігається розрив міжмолекулярних зв'язків між макромолекулами полімеру та їх сольвація молекулами рідини. Внаслідок цих процесів збільшується віддаль між макромолекулами полімеру, зменшується кількість міжмолекулярних зв'язків і, відповідно, значно зменшується когезійна міцність. Крім того, клейові з'єднання на основі ПВАД працездатні лише до температури 40 °С, оскільки температура склування ПВА невисока (27...34 °С) [4].

Під час витримування зразків у термошафі при температурі +60 °С і вологості 70...80 % ПВА переходить у високоеластичний стан внаслідок чого спостерігається переорієнтація макромолекул ПВА, а також їх дифузія у деревину. Ці процеси повинні б приводити до збільшення міцності клейового з'єднання, однак, з підвищенням температури значно збільшується і швидкість дифузії молекул води у клейове з'єднання і руйнування його початкової структури.

Крім цього, ПВАД містить водорозчинні компоненти – полівініловий спирт, який під час вимочування зразків поступово вимивається з клейового з'єднання, що також спричиняє зміну структури клейового шва та зниження як когезії самого шва, так і його адгезії до деревини. Особливо інтенсивно ці процеси протікають, очевидно, на перших циклах температурно-вологісних випробувань, що призводить до різкого зниження міцності клейового з'єднання.

Аналогічно, як і ПВАД, веде себе вологе клейове з'єднання на основі клею Jowacoll 102.20 із затверджувачем 195.2 рис. 1 (■) та рис. 2 (●). Різке зменшення міцності спостерігається до четвертого циклу температурно-вологісних випробувань і становить 0,76 МПа. Поступово, із збільшенням циклів випробувань, міцність зменшується і становить 0,2 МПа після 40 циклу. Під час руйнування сколення відбувається по поверхні клейового шва.

Клейове з'єднання на основі клею Jowacoll 102.20 із затверджувачем 195.2, які руйнувались висушеними до температури 8^{±2} % (рис. 2, ●) ведуть себе дещо по іншому. На початку випробувань – до 4-ого циклу – спостерігається невелике зростання міцності з'єднання, яке становить 6,67 МПа (порівняно з контрольними 6,34). Із збільшенням впливу вологи та температури міцність цих з'єднань поступово зменшується і становить 4,83 МПа після завершення циклічних температурно-вологісних випробувань (40 циклів). Це у середньому на 23 % менше, ніж міцність контрольних зразків.

На цьому етапі досліджень таку поведінку міцності клейових з'єднань на основі клею "Йоваколь" обґрунтовано пояснити важко, однак деякі припущення можна зробити. Наприклад, хоча основу клею Jowacoll, як і клею ПВАД, стано-

витель ПВА і ПВС, однак цей клей на відміну від ПВАД є двокомпонентним – основа 102.20 і затверджувач 195.30.

Попередній аналіз затверджувача показав, що це не однорідна речовина, яка в його складі може містити хлоровмісні кремнійорганічні сполуки, які здатні за нормальних умов реагувати з гідроксильними групами ПВС утворюючи сітчасті макромолекули з ПВС, які не розчинні у воді. У результаті утворення сітчастої структури ПВС, а також зменшення кількості вільних гідроксильних груп у ПВС, зменшується його гідрофільність і відповідно знижується швидкість дифузії молекул води у клейовий шов і збільшується водостійкість клейового з'єднання. Внаслідок цього збільшується водостійкість клейового з'єднання.

Крім цього, клейова композиція 102,2 із затверджувачем 195,30 може проникати у пористу структуру деревини, утворюючи гідрофільні зв'язки з складовими компонентами деревини, що відповідно збільшує водостійкість з'єднання.

Під час висушування зразків і переходу лінійних макромолекул ПВА у високоеластичний стан відбувається їх переорієнтація з утворенням більшої кількості міжмолекулярних зв'язків, що приводить до зростання когезійної міцності клейового з'єднання. Одночасно відбувається і дифузія макромолекул ПВА у деревину, що приводить до зростання адгезійної міцності клейового з'єднання. На початку випробувань швидкість цих процесів, очевидно, значно перевищує швидкість дифузії води у клейове з'єднання і руйнування його структури, що і зумовлює значне зростання міцності клейового з'єднання. Саме цей процес, очевидно, зумовлює збільшення адгезії клейового шва до деревини і, відповідно, зростання міцності клейового з'єднання. Надалі швидкість дифузії макромолекул ПВА у деревину значно знижується, а швидкість води у клейове з'єднання залишається постійною, або й зростає. Тому у подальших циклах вода, хоча і поволі, але все таки проникає у клейове з'єднання і поступово руйнує структуру клейового шва, що спричиняє поступове зменшення його міцності.

Література

1. Кшивецький Б.Я. Дослідження довговічності з'єднань шпилькових порід деревини клеями на основі полівінілацетату// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2004, вип. 14.7. – С. 99-103.
2. Кшивецький Б.Я., Гупало О.П. Проблеми використання клейових з'єднань на основі термопластичних клеїв// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2001, вип. 11.2, – С. 23-24.
3. Кшивецький Б.Я., Гупало О.П. Температурно-вологісна стійкість клейових з'єднань на термопластичній основі// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2002, вип. 12.5, – С. 26-28.
4. Химический энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1983. – 456 с.
5. Фрейдин А.С., Вуба К.Т. Прогнозирование свойств клеевых соединений древесины. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 224.