

УДК 674

ОПТИМІЗАЦІЯ ПОКАЗНИКІВ МІЦНОСТІ ТА ЖОРСТКОСТІ ГОФРОКАРТОНУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МЕБЛІВ

Дяченко В.Ю., ст. викладач

(Харківський національний технічний університет сільського господарства ім.
Петра Василенка)

У статті розкриваються специфічні особливості гофрокартону як проектного матеріалу у художньому конструюванні екологічних меблів та розглядаються можливі технологічні способи оптимізації показників міцності та жорсткості гофрокартону для виготовлення бюджетних меблів

Постановка проблеми. Гофрокартон являє собою просторову багат шарову конструкцію, що складається з внутрішнього шару паперу, так званого флютінгу, сформованого на гофроагрегаті за допомогою нагрівання, дисперсної вологи та певного тиску так, що паперові надається гофрована форма. Останні роки з певних причин цьому матеріалу приділяється велика увага серед дизайнерів Скандинавських країн європейського континенту, Сполучених Штатів Америки та Канади, враховуючи екологічність та дешевизну вищезначеного матеріалу. Такі транснаціональні корпорації як Bakster та Scavolini щорічно фінансують дослідницькі програми, які направлені на підвищення фізико-механічних властивостей гофрокартону. За кількістю складових його верств гофрокартон поділяють на одно-, дво- і тришаровий. При цьому пошаровість картону визначається числом гофрованих шарів, а тип - числом шарів лайнера. При проектуванні бюджетного сегменту меблів дизайнер та конструктор-технолог часто стикаються з питанням забезпечення оптимальних показників міцності та жорсткості матеріалу, тому дослідження по даному питанню можемо вважати актуальними.

Мета дослідження полягає в визначенні оптимальних показників фізико-механічних властивостей гофрокартону для виготовлення бюджетних меблів

Аналіз досліджень та публікацій

На сьогоднішній день дослідження по темі проводили Jeff & Mayers [1], Ted Lemann Group [1] та Дослідницька лабораторія Saarinen (м. Турку, Фінляндія). В дослідженнях підкреслювалось, що маса одиниці площі - це маса одного квадратного метра гофрокартону (г/м^2), виміряна в стандартних умовах, тобто при температурі 23°C і ОВ 50%. Її оцінюють по масам одиниці площі використаних матеріалів за нескладною лінійною залежності.

Виклад основного матеріалу: Методи вимірювання опору продавлювання описані в стандарті ISO 2759. Одиницею виміру служить кПа. Міцність гофрокартону на розрив під дією продавлювання може оцінюватися за простою формулою - так, для тришарового гофрокартону індекс опору

продавлювання складає $L_x + L_2 + 100$, де $L_t + L_2$ - це індекс опору продавлювання шарів лайнера (кПа) [2].

Це випробування широко застосовується для визначення якості гофрокартону. Залежно від маси і характеристик шарів лайнера (виготовлені вони з деревної маси, вторинного волокна або з їх суміші) індекс опору продавлювання варіює в широких межах - від 800 до 8000 кПа.

Жорсткість при згині характеризується силою, необхідної для згинання плоского зразка гофрокартону на заданий кут. Схема звичайного випробування на 3-точковий вигин представлена на рис. 1

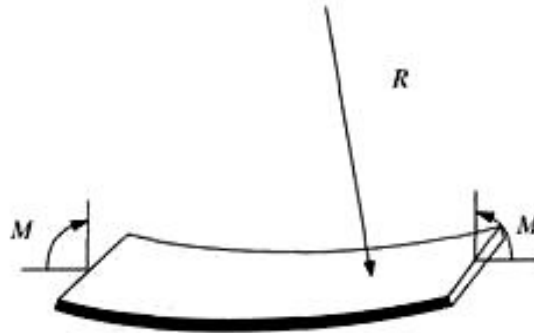


Рис. 1. Схема випробування з використанням принципу навантаження і відхилення

Стандартна одиниця вимірювання в цьому випадку - ньютон×метр (Н×м). Випробування гофрокартону проводять по ISO 5628.

Експерименти, проведені з лайнером різної маси і властивостями, свідчать про те, що:

- у гофра А жорсткість при згині більше, ніж у гофра В;
- у гофрокартону з крафт-лайнера жорсткість при згині більше, ніж у гофрокартону з тест-лайнера при тій же масі квадратного метра;
- жорсткість при згині зростає зі збільшенням маси картону-лайнера.

Опір торцевому стисненню (ECT, Edge Crush Test) використовують для оцінки опору гофрокартону стиску. Вимірюється цей параметр в кілоньютонах на метр (кН/м). Випробування проводять за стандартом ISO 3037 на зразку картону, що встановлюється вертикально між горизонтальними плитами (гофри також орієнтовані вертикально).

Вимірювання опору проколу служить для визначення енергії, необхідної для проколу гофрокартону. За стандартом ISO 3036 результати вимірювань виражають в мілліджоулях на метр (мДж/м).

Один з основних критеріїв стабільності гофрокартону - це його здатність зберігати свою структуру і геометрію. Традиційне випробування на опір площинному стисненню гофрованого зразка (FCT, Flat Crush Test) дозволяє оцінити і класифікувати експлуатаційні властивості паперу для гофрування (флютингу) відповідно до її виду і масою.

Виміряні параметри залежать від типу гофра і якості флютингу. Різниця опору площинному стисненню для гофров флютингу з напівцелюлози і з

вторинного волокна при однаковій масі одиниці площі становить близько 40% оскільки товщина картону - це основний критерій забезпечення його жорсткості.

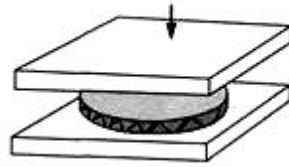


Рис. 2. Визначення опору гофрокартону площинному стисненню

При руйнуванні зразка гофрокартону між двома обертовими циліндрами були отримані різні показники ступеня руйнування [3]. Попереднє стиснення (від 0 до 60%) виконувалося при різних настройках обтискних валиків. Товщину вимірювали до і після стиснення при стандартному (20 кПа) і при більш високих значеннях тиску - 80 кПа для гофров С і Л і 150 кПа - для гофра В. Після попереднього 20%-го стиснення товщина різко знижується (рис. 3).

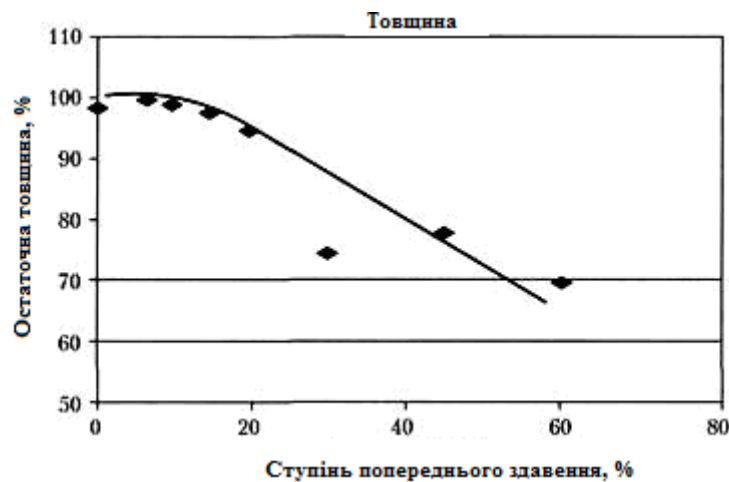


Рис. 3 Вплив попереднього стиснення на залишкову товщину гофрокартону

Щоб виключити руйнування гофрокартону, а також з метою контролю його товщини в ході виробництва і збереження міцності і амортизуючих властивостей, був розроблений диференційний мікрометр, принцип дії якого заснований на вимірюванні зниження товщини. Диференціальний мікрометр показує відмінність товщини гофрокартону, виміряної при різних тисках (20 і 80 або 150 кПа).

Для правильної оцінки експлуатаційних властивостей «м'якого» картону ще одним важливим параметром є твердість гофрокартона. На відміну від значень, отриманих при випробуваннях за методом FCT, значення твердості більш чутливо до величини зазору між вимірювальними поверхнями товщиноміра і, отже, до ступеня здавлювання. Твердість пов'язана з фактичною

міцністю гофра, а в випробуваннях за методом FCT визначають її граничне значення.

Таким чином, «твердість» і «м'якість» - це кількісні характеристики того, що зазвичай називають «м'якістю» гофрокартону.

Склеювання двошарового і тришарового картону принципово відрізняється через відмінності між ними в системі нанесення клею. При склеюванні двошарового картону адгезив наносять на обидві сторони вершини гофра, а при склеюванні тришарового картону адгезив наносять на вершину гофра (рис. 4) Ця різниця в місцях нанесення клею обумовлена відмінністю технологій, що використовуються для з'єднання вершин гофра з лайнером.

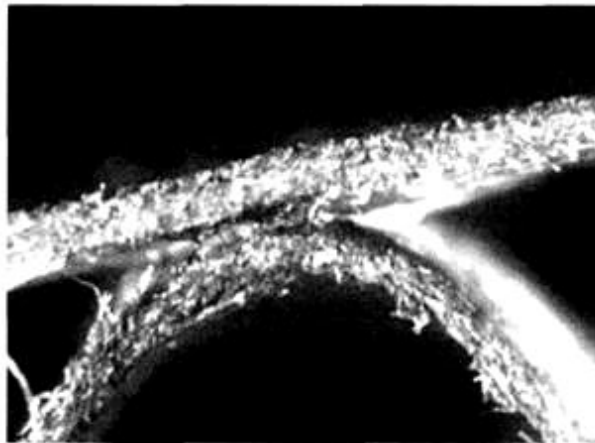


Рис. 4. Мікрофотографія місця склеювання (тришаровий картон)

Чутливість паперу до коливань вологості також дуже важлива. Вологість вимірюють за допомогою гравіметричного аналізу, що застосовується для визначення вологості зразка гофрокартону (волога з зваженого зразка видаляється в сушильній шафі).

Зупинимося безпосередньо на властивостях лайнера та флутингу. Картон і папір підбирають по їх структурним і механічними властивостями, а також за їх вологочутливістю. Основні властивості картону і паперу як компонентів гофрокартону представлені в табл. 1.

Таблиця 1 – Види зразків тест-лайнерів, задіяних в експерименті

	Тест-лайнер 1			Тест-лайнер 2			Тест-лайнер 3		
Маса 1 м ²	125	150	200	125	150	200	125	150	200
Індекс опору продавлювання	3,0	3,0	2,9	2,5	2,5	2,4	2,0	2,0	1,8
Значення SCTCD (кН/м)	2,15	2,60	3,40	1,90	2,35	3,00	1,65	2,05	2,70

Для досягнення задовільних експлуатаційних властивостей гофрокартону важливо знати орієнтацію волокон картону і паперу, оскільки властивості

міцності залежать від машинного або поперечного напрямку орієнтації волокон.

Потреба в якісних меблях – одна з основних потреб людини, яка мешкає в соціумі. Діяльність проектувальника полягає у створенні меблів, які будуть залучені до певної матеріально-художньої культури, яка найбільше відповідає потребам людини.

Сучасність породжує нові вимоги до індивіда та змінює якість меблів, не заперечуючи при цьому традиційних зв'язків з людиною.

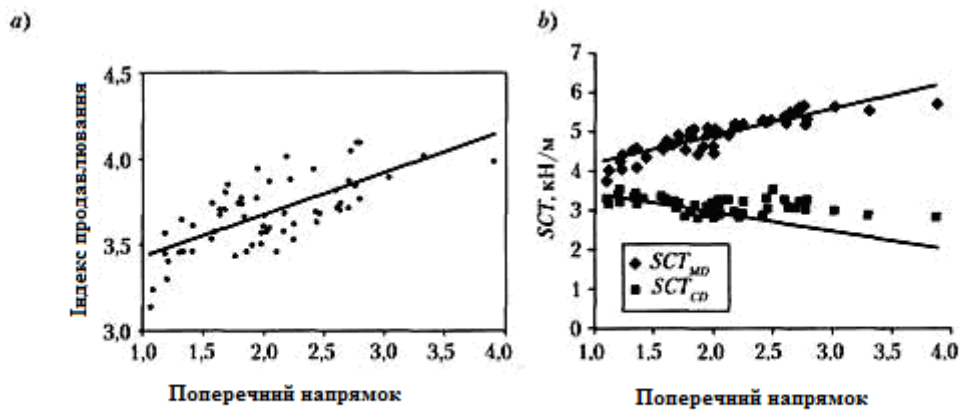


Рис. 5. Залежність міцності картону від орієнтації волокон

Універсалізація окремих частин житлового або робочого приміщення та необхідність раціонального використання його простору потребує оптимального співвідношення уніфікації обладнання та можливості задоволення індивідуальних потреб людини.

Разом з якісною організацією житлового середовища комплексне дизайн-проекування меблів дає змогу раціонально використовувати матеріали, у т.ч. і деревинні. Конструктори знаходять різноманітні рішення, які допомагають удосконаленню матеріалів, їх технічних характеристик, технологій та апробують нові можливості та неординарне застосування вже існуючих матеріалів.

Одним з таких матеріалів є гофрокартон.

Головні переваги цього матеріалу – мала вага, недорога вартість, зручність у використанні, досить висока міцність.

Технологи та дизайнери відзначають, що людині «... притаманне прагнення до форм багатofункціональних, в яких відсутні досить жорсткі обмеження» [4]. Перед проєктантами стоїть завдання надати меблям, що оточують людину, таких якостей, які роблять їх різноманітними, такими, що привертають до себе увагу дивують несподіваними рисами. Ця несподіваність [3] досить часто і надає меблям додаткової привабливості.

Розробляючи ту чи іншу модель меблів необхідно брати до уваги особливості включення їх у реальне життя, орієнтуючись при цьому на різні типи та характеристики споживачів, умови їх життєдіяльності.

Створення меблів являє собою досить складний творчий та технологічний процес, який вимагає системного підходу до проектування. При цьому головна особливість формування художньо-конструкторських рішень меблів – це ретельний аналіз антропологічних, естетичних, функціональних, психофізіологічних та духовних факторів, які впливають на людину в цілому.

Якщо повернутися до гофрокартону та до його специфіки застосування у меблярстві, можна відзначити, що цей матеріал герметичний, відносно вологостійкий. Ще одна важлива та актуальна перевага гофрокартону – його екологічність. Процес рециклінгу можна прослідкувати на прикладі виробництва гофрокартону, адже для цього нерідко використовують папір та картон, які отримують з макулатури та відходів деревообробних виробництв, що є суттєвою перевагою цього матеріалу як точки зору економії ресурсів, так і з міркувань захисту довкілля. Використаний гофрокартон знову стає сировиною для виготовлення нової партії гофрокартону або утилізується не завдаючи шкоди довкіллю [5].

Сучасні дизайнери високо оцінили можливості цього матеріалу. Можна констатувати, що останніми роками багато відомих меблевих фабрик Європи, такі як Lazerian та Sdesignunit, Baxter вже запустили у серійне виробництво партії меблів з гофрокартону. Вона поєднує низьку собівартість та практичність. Окремі модулі легко вирізаються або видавлюються з гофролистів та за допомогою трансформацій з'єднуються у міцні та зручні предмети меблі.

Досить часто, конструюючи меблі з гофрокартону, художники-конструктори беруть за зразок будову живих організмів або конструкції, які створюються тваринами. Наприклад, осині гнізда, форму планктону Radidoria (дивани Radidorian та крісло Bravis компанії Lazerian). Для створення меблів були використані методи комп'ютерного проектування та розкрою.

Для виготовлення меблів найчастіше використовується дво- та трьохшаровий гофрокартон. При виробництві меблів з цього матеріалу слід враховувати напрямок гофрокартону, від чого залежить міцність та довговічність конструкції. Наприклад, при дублювання стінок різних деталей, перша вирізається ножом або лазером з картону, у якому хвилі (прошарки) спрямовані вертикально, у другій же, навпаки, прошарки розташовують горизонтально. Крім того, матеріал, що розглядається, надає необмежені можливості для створення найцікавіших форм та декорування поверхні.

Розкрій та порізка найчастіше здійснюється регульованим лазером, який дозволяє не деформувати крайки деталей та найбільш якісно з'єднати різні деталі між собою. Слід зазначити, що найбільш технологічно виправдано використання для виготовлення меблів целюлозної гофри. Вона більш міцна та економічна у порівнянні з переробленим картоном.

Безумовно, такі меблі не зможуть задовольнити запити меблевих гурманів, але вони можуть успішно застосовуватися, наприклад, у студентських гуртожитках, молодіжних помешканнях тощо. Об'ємно-пластичні рішення, які дозволяють використовувати ребра жорсткості надають виробам з

гофрокартону більшої міцності, розширюють сегмент можливого застосування меблів такого типу.

Слід навести такий приклад. У Швеції, Фінляндії, Данії, які мають давні традиції використання матеріалів з дерева, використання офісних меблів з гофрокартону сягає понад 16 % [6]. Це надає оптимізму і переконує, що вихід таких меблів на вітчизняний ринок – питання часу.

Висновки. Меблям з гофрокартону нерідко віддають перевагу у порівнянні з меблями з традиційних матеріалів. Це відбувається завдяки таким перевагам зазначених меблів:

- вони значно дешевші звичайних меблів, гофр недорогий в обробці і не потребує складних технологічних процесів та обладнання;
- вони важать значно менше за традиційні меблі;
- вони легко розбираються, тому мають переваги при транспортуванні, у розібраному вигляді вони мають вигляд листів картону;
- вони легко утилізуються.

Але з іншого боку такі меблі недостатньо міцні та мають недостатньо привабливий вигляд. І ця обставина окреслює поле дизайнерських та технологічних інновацій, які ще можна запропонувати у майбутньому. Слід запевнити, що виробництво меблів із гофрокартону буде розвиватися. Для цього наша країна має достатньо підстав. Експерименти, проведені з лайнером різної маси і властивостями, свідчать про те, що:

- у гофра А жорсткість при згині більше, ніж у гофра В;
- у гофрокартону з крафт-лайнера жорсткість при згині більше, ніж у гофрокартону з тест-лайнера при тій же масі квадратного метра;
- жорсткість при згині зростає зі збільшенням маси картону-лайнера.

Список літератури

1. Войтович І.Г. Основи технології виробів з деревини: Навчальний посібник. - Львів: Український державний лісотехнічний університет, «Інтелект-Захід», 2004. - 224 с.
2. Казаринова В.И. Красота, вкус, экономика. - Москва «Экономика», 1989. - 239 с.
3. Барташевич А.А., Мельников А.Г. Основы художественного конструирования. - Минск: Высшэйшая школа, 1988. - 215 с.
4. Мигаль С.П. Основы проектирования мебели. Учебное пособие. - Львов: Издательство при Львовском государственном университете, 1989. - 167 с.
5. Бойцов С.Ф. Комбинаторные идеи в дизайне: – Техническая эстетика, 1992, № 7.
6. Cardboard Furniture № 2, 2009 р. – С. 16-18.
7. Cardboard Furniture № 6, 2010 р. – С. 68-71.
8. WWW.Lazerian.wood.Co.uk.

Аннотація

**ОПТИМІЗАЦІЯ МІЦНОСТІ ТА ЖОРСТКОСТІ ГОФРОКАРТОНУ ДЛЯ
ВИГОТОВЛЕННЯ ОДНОРАЗОВИХ МЕБЛІВ**

Дяченко В.Ю.

У статті розкриваються специфічні особливості гофрокартону як проектного матеріалу в художньому конструюванні екологічної меблів, а так також методи оптимізації твердості і жорсткості гофрокартону в процесі виробництва одноразового меблів.

Abstract

**OPTIMIZATION OF STRENGTH AND RIGIDITY OF CORRUGATED
CARDBOARD FOR THE MANUFACTURE OF DISPOSABLE FURNITURE**

Diachenko V.

The article reveals the specific features of corrugated cardboard as a design material in the artistic design of environmental furniture, as well as methods for optimizing the hardness and rigidity of corrugated cardboard during the production of one-time furniture.