

Це доводить, що досліджень по визначенню потенціалу вологопереносу в межах змін температури деревини $t_w = 75 \dots 100^\circ\text{C}$ явно недостатньо. Про це говорить й той факт, що в роботі Г.С.Шубіна [3] на номограмі визначення a'_m дільниці температур $t_w > 75^\circ\text{C}$ нанесена штрихпунктирними лініями.

Ю.В.Книш [5] на основі експериментальних досліджень отримав формули для визначення коефіцієнта a'_m ($\text{м}^2/\text{с}$) вигляду:

- деревини бука

$$a'_{m,T} = 0,78 \cdot 10^{-11} (T_{n,w}/273)^{23}; \quad (17)$$

$$a'_{m,p} = 1,32 \cdot 10^{-11} (T_{n,w}/273)^{23}; \quad (18)$$

- деревини дуба

$$a'_{m,T} = 0,54 \cdot 10^{-11} (T_{n,w}/273)^{23}; \quad (19)$$

$$a'_{m,p} = 0,83 \cdot 10^{-11} (T_{n,w}/273)^{23}; \quad (20)$$

На основі обробки результатів власних досліджень і досліджень різних авторів нами була отримана формула визначення a'_m ($\text{м}^2/\text{с}$) при сушінні вологим повітрям і парою, коли $t_w = 60 \dots 100^\circ\text{C}$, тобто, коли перенесення вологи в деревині здійснюється за рахунок явищ капілярного змочування, молекулярної дифузії і молекулярного перенесення, яка має вигляд:

$$a'_m = 23,5 \cdot 10^{-8} (T_{n,w}/273)^{23} (\rho_k/\rho_c)^{-3,9} \left(1 + \frac{2V_{np}}{100} \frac{\sin \beta}{\sin 90^\circ} \right), \quad (21)$$

де ρ_c – базова густина деревини сосни, $\rho_c = 400 \text{ кг/м}^3$; β – кут, утворений дотичною до різних шарів і нормаллю, проведеною до зовнішньої пластини посередині пластини (для радіального напрямку переміщення вологи $\beta = 90^\circ$, а тангентально-го $\beta = 0^\circ$). Отримане нами рівняння (4) дає можливість діагностувати, регулювати і направляти процеси перенесення вологи при сушінні за рахунок самого механізму переносу вологи в деревині при різних способах підведення теплоти.

Література

1. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.
2. Серговский П.С. Влагодпроводность древесины// Деревообрабатывающая пром-сть. – 1955.– №2. – С. 3 – 8.
3. Шубин Г.С. Сушка и тепловая обработка древесины. – М.: Лесн. пром-сть, 1990.– 336 с.
4. Книш В.А. Исследование процесса конвективной и радиационно-конвективной сушки шпона// Дисс. на соиск. канд. техн. наук. – Львов, 1968. – 290 с.
5. Книш Ю.В. Интенсификация конвективной сушки пиломатериалов твердых лиственных пород древесины// Автореф. дисс. на соиск. канд. техн. наук. – Львов, 1991. – 21 с.

УДК 684.001.2

Доц. С.В. Гайда, к.т.н. – УкрДЛТУ

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ КОРПУСНИХ ВИРОБІВ НА МІЦНІСТЬ

Наводиться характеристика корпусних меблевих виробів. Обґрунтовуються особливості розрахунків експлуатаційної довговічності, міцності та жорсткості виробів з деревини в залежності від ступеня раціональності їх конструювання.

S.V. Gayda – USUFWT

Body workpieces on strength

The characteristic of body furniture workpieces is given the features of calculations of operation life, strength, longevity, stability and rigidity of workpieces from timber are considered depending on a degree of rationality of their designing.

Характеристика будь-якого виробу з деревини визначається затратами на його проектування та виготовлення. Експлуатаційна довговічність, відповідність функціональним вимогам та вартість виробів з деревини залежать від ступеня раціональності їх конструювання. Ці показники визначаються обґрунтуванням оптимальності вибору конструкційного матеріалу, поперечними перерізами деталей, що забезпечують потрібну міцність і надійність, застосуванням відповідних технологій виготовлення тощо. Досить зазначити, що від загальних витрат на виготовлення виробу вартість основних і допоміжних матеріалів, які використовуються, знаходиться в межах 50...85 %. При цьому вартість тільки конструкційних матеріалів становить 35...65 % вартості всіх основних і допоміжних матеріалів.

Важливими вимогами до виробів з деревини є їх міцність та надійність, які характеризуються безвідмовністю, довговічністю, ремонтпридатністю і здатністю до зберігання. У процесі визначення габаритних та функціональних розмірів виробів, в першу чергу, належить керуватися відповідними стандартами для досягнення зручності користування виробами. У процесі роботи над формою виробу розміри коригуються з метою забезпечення її композиційної досконалості.

На розміри елементів меблів впливають зовнішні навантаження на вироби, властивості матеріалів та умови експлуатації, що пов'язано із забезпеченням міцності і надійності виробів меблів. За характером прикладання та зміною в часі зовнішні навантаження, які діють на вироби корпусних меблів, можна розділити на чотири типи: виникають від власної ваги елементів виробів; виникають від ваги предметів, що в них зберігаються; прикладені до виробу під час користування; виникають під час транспортування виробів у зібраному вигляді.

Навантаження *першого типу* найбільш стабільні і діють постійно. Вагові навантаження *другого типу* також більш-менш стабільні і визначаються з достатньою точністю. Але вони можуть змінюватися в часі як за значенням, так і за характером розподілу. Навантаження *третього типу* виникають при переміщенні виробів, випадково створюються під час користування ними (навантаження на відкриті двері, шухляди і т.д.). Під час транспортування зібраний виріб може приймати різноманітні випадкові навантаження. Але підсилювати конструкцію виробу на час його транспортування недоцільно, оскільки відбувається воно 2...3 рази за весь період експлуатації. Для цих випадків краще передбачити інші заходи (транспортування виробу в розібраному вигляді, закріплення виробів у транспортному засобі тощо).

Значення для зовнішніх навантажень $Q_{l,max}$, які виникають від власної ваги (I тип) визначають, виходячи з об'ємів елементів $V_{l,max}$ і приведеної питомої ваги матеріалу $\rho_{l,max}$ за такою формулою:

$$Q_{l,max} = \sum_{i=1}^k V_{l,max} \cdot \rho_{l,max} \quad (1)$$

де k – кількість видів матеріалів для виготовлення виробу.

3. Технологія та устаткування деревообробних підприємств

Максимальне навантаження від власної ваги предметів, які зберігаються (тип II), визначається площею горизонтальних щитових елементів і максимально можливим значенням питомого поверхневого навантаження. Межу горизонтальної сили P , яку необхідно прикласти до бокової стінки виробу для його горизонтального переміщення (тип III), визначають з умови межі статичної рівноваги за формулами, які будуть наведені нижче при розрахунку корпусу виробу. Зовнішні навантаження, які діють на виріб в процесі використання, замінюють реальними за величиною, напрямком та місцем прикладання силами. Матеріали, з яких виготовлено виріб, вважаються в розрахунковій схемі однорідними або неоднорідними, ізотропними або анізотропними з визначеними механічними властивостями.

Конструкції меблевих виробів різноманітні. Однак, мають подібні ознаки, які допускають застосування загальних методів розрахунку. У корпусних меблях елементом, який несе основні навантаження, є **коробчастий корпус**, що складається з горішнього і долішнього горизонтальних щитів, бокових, середніх та задніх стінок і дверей. Всі вони зв'язані між собою жорсткими, шарнірними або пружно-податливими з'єднаннями. Шухляди, полиці сприймають і передають на корпус експлуатаційні навантаження, але практично не впливають на силову схему роботи конструкції.

Проектування сучасних корпусних виробів є досить складним завданням, вирішення якого можливо тільки завдяки спільним зусиллям дизайнерів, конструкторів, технологів, механіків, лікарів-фізіологів та екологів. На відміну від інших виробів меблевої промисловості, до корпусних виробів ставляться найрізноманітніші та, часом, найсуперечливіші вимоги, що повинні враховуватися під час їх проектування.

Насамперед, корпусні вироби повинні повністю відповідати своєму призначенню, тобто повинні володіти при заданих габаритах максимальною місткістю для схову відповідних предметів побуту, виробничих деталей, промислових товарів або об'єктів культурно-комунального призначення. Водночас при великій місткості корпусні меблі не повинні бути занадто громіздкі. Проте занадто легкі вироби при неповному їхньому заповненні дуже незручні під час користування. Отже, перед конструктором виникає завдання вибору виробів оптимальної ваги. Необхідно зазначити, що рекомендації щодо кріплення легких виробів до підлоги або до інших предметів побуту не завжди є прийнятними і здійсненними.

Друга, не менш важлива особливість проектування корпусних виробів, визначається функціональними та художньо-естетичними вимогами. Інтер'єр сучасної малогабаритної квартири створюється шляхом вдалого сполучення форми, розмірів, кольору та художнього опорядження виробів. Єдність архітектурного ансамблю повинна забезпечуватися виразністю форми виробів, гармонійною пропорційністю їхніх розмірів, умілим підбором відтінків і текстури матеріалу, вибором фурнітури.

Третя особливість полягає в тому, що при художньому опорядженні корпусних виробів необхідно враховувати їх собівартість: занадто дорогі вироби не придатні для масового виробництва. Корпусні вироби повинні бути прості за конструкцією; основні вузли, деталі й елементи повинні виготовлятися з недорогих матеріалів. У технології виготовлення виробів повинна передбачатися можливість організації масового виробництва, максимальної автоматизації найбільш

відповідальних технологічних операцій, що визначають досконалість та надійність виробів.

Крім того, корпусні вироби повинні бути якісними – мати сертифікат якості. Інакше ніяке розширення виробничих потужностей не зможе задовольнити попит у виробках меблевої промисловості. Домогтися того, щоб в умовах тривалої експлуатації вироби залишалися міцними та надійними, можна, насамперед, вибором найбільш раціональних конструктивних та силових схем виробів, їх основних вузлів та елементів, розробкою найбільш оптимальних рішень їх з'єднувальних елементів та кріпильних деталей, вибором найбільш раціональних розмірів і матеріалів.

На відміну від проектування інших конструкцій, не всі розміри виробів меблевої промисловості можуть бути вибрані довільно. Функціональне призначення виробів з деревини значно обмежує їх розміри, що визначаються зручностями під час користування. Так, штанга-вішалка в шафах для одягу повинна знаходитися на відстані не менше 1,4 м, але не більше 1,9 м від підлоги помешкання, ширина секції для схову одягу повинна бути не менше 0,6 м, відстань між полицями книжкових шаф – не менше 0,25 м тощо.

Під надійністю корпусних виробів з деревини, яка визначає його безвідмовну роботу, розуміють здатність виробу нормально виконувати своє призначення, тобто витримувати предмети, які зберігаються в ньому, без руйнування вузлів та елементів і без виникнення великих деформацій, які заважають нормальному функціонуванню виробу або значно погіршують його зовнішній вигляд. Тому, під час аналізу надійності корпусних меблів насамперед необхідно визначити основні фактори, які мають найбільший вплив на міцність та жорсткість виробів. Цей важливий етап дослідження називають вибором розрахункової схеми виробу. На основі детального аналізу роботи конструкції в процесі експлуатації з врахуванням діючих статистичних даних експлуатації та результатів експериментальних досліджень виріб представляють у вигляді простих геометричних елементів, а реальні кінематичні зв'язки між його окремими вузлами та елементами дещо ідеалізують, з метою максимального спрощення математичного аналізу конструкції. Проте, ці спрощення не повинні бути настільки значними, щоб схитити реальну роботу конструкції під час експлуатації та взаємодію її вузлів.

Дослідження міцності та жорсткості корпусних меблів ускладнюється тим, що навантаження, які діють на абсолютно однакові вироби, є різними. Крім того, вони змінюються протягом певного часу і за характером прикладання, тобто вони мають явно виражений випадковий характер та важко піддаються контролю чи статистичному аналізу. Механічні характеристики матеріалів, які використовуються для виготовлення виробів із деревини, є нестабільними та визначаються при механічних випробуваннях із значним розсіюванням. Дослідження з цих питань є першим дуже важливим етапом під час оцінки надійності.

Методи будівельної механіки дають можливість отримувати об'єктивні дані про величину напружень деформацій і прогинів, які виникають в конструкціях в процесі експлуатації. На основі цих даних встановлюють, чи зможе даний виріб безвідмовно служити протягом заданого терміну, тобто від початку виготовлення до виходу його з ладу.

Показником вірності технічних рівень під час розробки конструкції виробів можуть служити статистичні дані про види дефектів виробів, які надходять для ремонту на підприємства побутового обслуговування.

Основні дефекти виробів з деревини об'єднані в групи, близькі за своїми конструктивними і технологічними ознаками. Середньостатистичні дані характеризуються такими показниками: пошкодження лакофарбових покриттів – 44,0 % дефектів від загальної їх кількості; послаблення і руйнування шипових з'єднань – 25,5 %; поломка деталей, пружин, фурнітури – 17,7 %; пошкодження личкованих покриттів із шпону, штучних плівок і тканин – 12,8 %.

УДК 674.815-41

Доц. В.В. Шостак, д.т.н. – УкрДЛТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ КІНЕМАТИЧНОЇ ПІДЧАСТИНИ ЛІНІЇ ПРЕСУВАННЯ ДЕРЕВНОСТРУЖКОВИХ ПЛИТ

Встановлено, що тривалість відновлення кінематичної підчастини має розподіл Гніденка-Вейбулла. Визначені закономірності зміни показників ремонтпридатності залежно від виду виконаного ремонту і тривалості експлуатації обладнання.

Doc. V. Shostak – USUFWT

Research of maintainability of a kinematic part of a line of pressing particle boards

Have defined, that the duration of restoring of a kinematic part has distribution Gnidenko-Vejbull. The legitimacies of change of parameters of maintainability are certain depending on a kind of the executed repair and duration of operation of the equipment.

Лінія формування і пресування деревностружкових плит (ДСП) включає двоступеневі пневмосепаратори, змішувачі стружки з клеєм, формувальні машини, холодний і гарячий преси, транспортери, верстат для обрізування плит за форматом та інше обладнання. Для дослідження все обладнання лінії поділили на дві частини: механічну і електричну. У механічній частині окремо розглядали кінематичну і гідравлічну підчастини. В цій роботі наводяться результати дослідження кінематичної підчастини.

За трудомісткістю відновлення всі відмови поділялись на три групи складності: до першої групи належали відмови, що усувались ремонтом або заміною деталей, розміщених назовні вузлів і агрегатів (усунення відмов проводились без розбирання вузлів), а також непланові види технічного обслуговування. Трудомісткість цих відмов становила не більше двох людино-годин. До другої групи складності належали відмови, що усувались регулюванням, ремонтом або заміною легкодоступних вузлів і агрегатів, а також непланові операції складних видів технічного обслуговування. Трудомісткість усунення цих відмов становила не більше 10 людино-годин. До третьої групи складності належали відмови, для усунення яких необхідно відкривати внутрішні робочі порожнини найвідповідальніших вузлів і агрегатів, а також проводити їх розбирання. Трудомісткість усунення цих відмов становила понад 10 людино-годин. Дослідження експлуатаційної надійності обладнання проводили протягом двох років. За цей час було виконано 22

профілактичних ремонтних заходів і два капітальні ремонти. Відмови і тривалість відновлення фіксували протягом кожної зміни в журналах технічного нагляду. За два ремонтні цикли зафіксовано 885 відновлень кінематичної підчастини.

У табл. 1 наведено дані про кількість і середню трудомісткість відновлення відмов кінематичної підчастини.

Табл. 1. Розподіл відмов кінематичної підчастини

І групи складності відмов	Кількість відмов	Середня трудомісткість відновлення людино-годин	Відсоток відмов
I	570	0,722	64,4
II	272	3,674	30,7
III	43	18,500	4,9
Всього	885	2,493	100,0

Прийнявши гіпотезу, що тривалість відновлення лінії розподілена за законом Гніденка-Вейбулла, імовірність невідновлення кінематичної підчастини запишемо у вигляді:

$$G_R(t_R) = \exp \left[- \left(\frac{t_R}{a_K} \right)^{b_K} \right], \quad (1)$$

де t_R – задана тривалість відновлення; a_K – параметр масштабу; b_K – параметр форми.

Після подвійного логарифмування (1) одержали:

$$\ln \left[- \ln G_R(t_R) \right] = b_K \ln t_R - b_K \ln a_K \quad (2)$$

Використавши заміну $y = \ln \left[- \ln G_R(t_R) \right]$, $x = \ln t_R$, $A = b_K \ln a_K$, одержали рівняння прямої у вигляді:

$$y = b_K x - A. \quad (3)$$

Тобто в системі координат x, y залежність (1) випрямляється. Це дозволяє використати цю заміну для знаходження параметрів закону розподілу Гніденка-Вейбулла a_K і b_K .

Для цього статистичні дані про тривалість відновлення кінематичної підчастини у кожному міжремонтному періоді розбивали на дев'ять інтервалів (табл.2). Розмір кожного інтервалу вибирали так, щоб їх натуральні логарифми відрізнялися на величину 0,5. Оброблення даних для кожного міжремонтного періоду проводили за методом найменших квадратів. В результаті отримали параметри розподілу Гніденка-Вейбулла для всіх 24 міжремонтних періодів. Перевірення адекватності прийнятої гіпотези виконали за критерієм Пірсона. Для числа ступенів свободи $m=8-2-1=5$, і значимості $\alpha=0,05$ табличне значення критерію Пірсона $\chi^2_{11,1}$. Розрахункові значення χ^2_p лежать в межах $\chi^2_p = 7,2 \dots 10,1$. Тобто адекватність прийнятої гіпотези підтверджена. Встановлено, що основними факторами, що впливають на величину параметрів розподілу a_K і b_K є вид попереднього виконаного ремонтного заходу P_n і час експлуатації до міжремонтного періоду $t_{ек}$. Вплив P_n і $t_{ек}$ на параметри a_K і b_K виявили за допомогою двофакторного диспе-