

Деформационно изследване на конструкцията на мебелен корпус от еднослойни плочи от масивна бял борова дървесина

Ася Маринова, Георги Кючуков

Deformation investigation on the structure of a case furniture made of one-layer solid pine wood boards: In this paper are given the results of the deformation research on a two-winged wardrobe structure made of one-layer solid pine wood boards. The study is carried out with the help of a computer program based on the finite element method for the heaviest service load of the case furniture structure for its horizontal displacement. The stiffness of the corner joints between furniture's structural elements is taken into account by the experimentally established stiffness coefficients of the joints.

Key words: case furniture structure, deformation, shape stability, angular distortions, displacements.

ВЪВЕДЕНИЕ

Якостта и формоустойчивостта на конструкцията на корпусните мебели са основни критерии за тяхната надеждност, качество и трайност в условията на многогодишната им употреба. През последните десетилетия се забелязва увеличаване на интереса на изследователите, конструкторите и производителите на мебели към проблемите на якостното и деформационното изследване на мебелните конструкции, както и към изпитването им на стендове при натоварвания, симулиращи експлоатационните. Определящо влияние върху якостта и формоустойчивостта на мебелите оказват якостта и коравината на корпусните елементи и особено на съединенията помежду им. Разнообразието на материалите, от които се изработват корпусните мебели и особено на вида и параметрите на съединенията на конструктивните им елементи налагат диференцираното им якостно и деформационно изследване, за да се гарантират както икономичността, така и качеството и дълготрайността на мебелите. Наличието на подходящи компютърни програми [1, 2] за деформационно и якостно изследване на корпусни мебели, разработени въз основа на метода на крайните елементи и адаптирани с цел отчитане на реалната коравина на ъгловите им съединения при експлоатационни натоварвания, дава възможност за изследвания в тази насока още в етапа на проектно-конструкторската работа. Направените досега у нас деформационни изследвания по този метод обхващат най-натоварените мебелни корпуси – гардеробите при най-неблагоприятното им експлоатационно натоварване за хоризонталното им преместване в натоварено експлоатационно състояние [1, 2, 5, 6]. Всички изследвани досега корпуси са изработени от фурнировани или ламинирани плочи от дървесни частици. Тъй като в последните години се увеличи значително обемът на произвежданите корпусни мебели от еднослойни плочи от масивна дървесина, това налага да се проведат якостни и деформационни изследвания на този тип мебели по разработената методика.

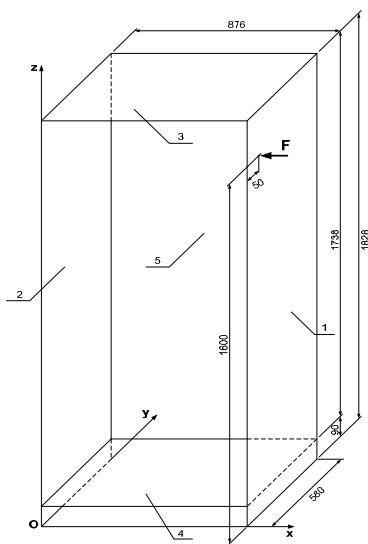
Целта на настоящата работа е да се установи деформационното поведение на друкрилен гардероб без неподвижно съединени вътрешни делителни елементи, изработен от масивна дървесина, при най-неблагоприятното му натоварване с външна сила за хоризонталното му преместване в натоварено състояние.

ИЗЛОЖЕНИЕ

За целта на настоящото изследване е избран като най-неблагоприятен вариант на мебелен корпус друкрилен гардероб с габаритни размери 900 x 600 x 1840 mm без вътрешни неподвижно съединени преградни корпусни елементи. В изчислителната схема на корпуса (фиг. 1) като носещи конструктивни елементи са включени двете крайни страници, таванът и дъното, изработени от еднослойни плочи от масивна бял борова дървесина с дебелина 24 mm и гърбът, изработен от едностранно ламинирани твърди плочи от дървесни влакна с дебелина 4 mm. Този

корпус е избран, за да се направи сравнение на коравината му при най-неблагоприятното експлоатационно натоварване с получените при предишно изследване [3] резултати за аналогичен мебелен корпус, чиито конструктивни елементи са изработени от фурнировани плочи от дървесни частици с дебелина 16 mm. Изследването на мебелния корпус е осъществено с помощта на компютърна програма SAP 2000 [2], разработена по метода на крайните елементи и адаптирана с цел отчитане на реалната коравина на ъгловите съединения между корпусните елементи чрез експериментално определените им коефициенти на коравина. Направено е деформационно изследване на конструкцията на двукрилния гардероб за най-неблагоприятното натоварване на корпуса с хоризонтална сила с големина 400 N за преместването му в натоварено експлоатационно състояние.

В настоящото изследване е прието, че ъгловите съединения между корпусните елементи са осъществени, както и в [3], чрез дибли и шведски разглобки, чиито коефициенти на коравина са определени експериментално [4] и имат средни стойности съответно 1927,9 N.m/rad.бр. и 1095 N.m/rad.бр. Прието е, че съединяването на гърба към корпусните елементи е осъществено чрез фалц с винтове за дървесина [3].



Фиг. 1. Изчислителна схема на изследвания мебелен корпус:

1 – дясна страница; 2 – лява страница; 3 – таван; 4 – дъно; 5 – гръб; $Oxyz$ – глобална координатна система; F – хоризонтална сила за преместване на корпуса

В резултат на деформационното изследване за всеки възел от дискретния модел на мебелната конструкция са получени преместванията u , v , w по направление на глобалните оси x , y , z и завъртанията θ_x , θ_y , θ_z около същите оси (виж фиг. 1). В таблица 1 са дадени преместванията и завъртанията на характерни точки от фронталните зони на корпусните елементи, където преместванията са най-големи, като знаците им са съобразени с глобалната координатна система $Oxyz$. В същата таблица за сравнение са дадени и получените в [3] максимални премествания на корпусните елементи на гардероба от фурнировани плочи от дървесни частици при варианта на съединяване на гърба към корпусните елементи чрез фалц с винтове за дървесина.

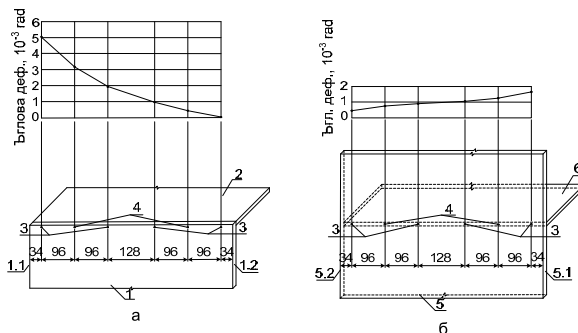
Таблица 1

Премествания и завъртания на характерни точки от корпусните елементи на мебелните корпуси, изработени от еднослойни плочи от масивна бял борова дървесина и от фурнировани плочи от дървесни частици

Вид материал на мебелните корпуси	Корпусни елементи	Премествания и завъртания на характерни точки от корпуса					
		u mm	v mm	w mm	$\theta_x \cdot 10^{-3}$ rad	$\theta_y \cdot 10^{-3}$ rad	$\theta_z \cdot 10^{-3}$ rad
Мебелен корпус от еднослойни плочи от масивна бял борова дървесина	дясна страница	-2,0	-0,1	0	0,1	0,1	-3,7
	лява страница	-0,6	0,2	0	-0,2	-0,1	-0,5
	таван	-0,6	0,1	-0,1	0,1	0,1	-0,6
	дъно	-0,1	0	-0,4	0,7	0,1	0
Мебелен корпус от фурнировани плочи от дървесни частици	дясна страница	-12,7	-0,4	-0,1	0,5	-1,5	-23,7
	лява страница	-2,0	0,4	0,1	-0,4	0	-2,0
	таван	-1,8	0,2	-0,8	1,1	0,4	-1,4
	дъно	-0,5	0	-2,6	4,3	0,9	0

Вижда се, че и при двата вида мебелни корпуси най-големи са преместванията, перпендикулярни на равнината на натоварената (дясната) страница във фронталната ѝ област. При корпуса от масивна дървесина това преместване $u=-2,0$ mm се реализира на около 200 mm под приложната точка на хоризонталната сила за преместване на мебела, а при корпуса от плочи от дървесни частици преместването $u=-12,7$ mm е над 6 пъти по-голямо и е на около 300 mm под приложната точка на силата. Следващи по значимост са преместванията, перпендикулярни на равнината на ненатоварената (лявата) страница. За корпуса от масивна дървесина това преместване ($u=-0,6$ mm) е в горния фронтален ъгъл при съединението с тавана, а за корпуса от плочи от дървесни частици максималното преместване $u=-2,0$ mm е над 3 пъти по-голямо и се получава във фронталната зона на ненатоварената страница на около 370 mm под тавана.

За хоризонталните конструктивни елементи на корпуса по-голяма стойност има максималното преместване перпендикулярно на равнината на дъното.

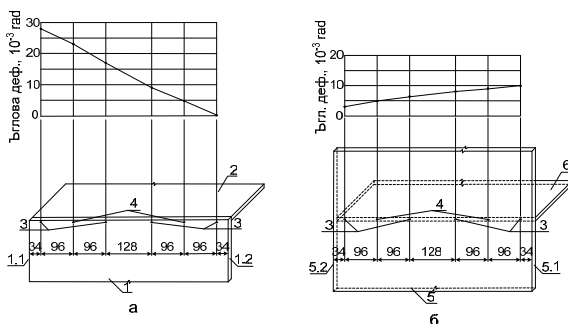


Фиг. 2. Изменение на правия ъгъл (ъглова деформация) на най-натоварените ъгливи съединения на мебелния корпус от еднослойни плочи от масивна бял борова дървесина:

- а – съединение на дясната (натоварената) страница и тавана; б – съединение на лявата страница и дъното; 1 – дясна (натоварена) страница; 1.1 – фронтален кант; 1.2 – заден кант; 2 – таван; 3 – дибли; 4 – шведски разглобки; 5 – лява страница; 5.1 – фронтален кант; 5.2 – заден кант; 6 – дъно

За корпуса от масивна бял борова дървесина това преместване е $w=-0,4$ mm, а за корпуса от плочи от дървесни частици то е над 6 пъти по-голямо – $w=-2,6$ mm. И при двата мебелни корпуса тези премествания се реализират приблизително в средата на фронталните зони на дъната.

На фиг. 2, а, б са представени измененията на правия ъгъл (ъгловите деформации) на най-натоварените съединения – между дясната (натоварената) страница и тавана и между лявата страница и дъното на мебелния корпус от масивна дървесина, а на фиг. 3 а, б са представени измененията на правия ъгъл (ъгловите деформации) на същите съединения на мебелния корпус от плочи от дървесни частици. Както се вижда от фиг. 2 а и фиг. 3 а, и при двата вида корпуси най-голяма ъглова деформация се получава във фронталната зона на ъгловото съединение на дясната (натоварената) страница и тавана и в посока на гърба тя намалява чувствително. Максималното изменение на правия ъгъл за мебелния корпус от фурнировани плочи от дървесни частици ($28 \cdot 10^{-3}$ rad $\approx 1,6^{\circ}$) е около 5,5 пъти по-голямо от максималното изменение на правия ъгъл за мебелния корпус от еднослойни плочи от масивна бял борова дървесина ($5,1 \cdot 10^{-3}$ rad $\approx 0,3^{\circ}$).



Фиг. 3. Изменение на правия ъгъл (ъглова деформация) на най-натоварените ъгли съединения на мебелния корпус от фурнировани плочи от дървесни частици [3]:

а – съединение на дясната (натоварената) страница и тавана; **б** – съединение на лявата страница и дъното; **1** – дясна (натоварена) страница; **1.1** – фронтален кант; **1.2** – заден кант; **2** – таван; **3** – дибли; **4** – шведски разглобки; **5** – лява страница; **5.1** – фронтален кант; **5.2** – заден кант; **6** – дъно

От фиг. 2 б и фиг. 3 б се вижда, че и вторите по значимост ъгли деформации – на съединението между лявата страница и дъното са най-големи също във фронталната зона на мебелните корпуси. За гардероба от фурнировани плочи от дървесни частици тази ъглова деформация е приблизително $10 \cdot 10^{-3}$ rad ($\approx 0,6^{\circ}$), а за гардероба от еднослойни плочи от масивна бял борова дървесина тя е около 6 пъти по-малка – $1,6 \cdot 10^{-3}$ rad ($\approx 0,1^{\circ}$). Характерно за съединението между лявата страница и дъното е, че изменението на правия ъгъл намалява плавно в посока към гърба на корпуса и в непосредствена близост до гърба стойността му е около $3 \cdot 10^{-3}$ rad ($\approx 0,2^{\circ}$) при корпуса от фурнировани плочи от дървесни частици, а при мебелния корпус от еднослойни плочи от масивна бял борова дървесина тя е около 6,5 пъти по-малка – $0,4 \cdot 10^{-3}$ rad.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализът на резултатите от направеното деформационно изследване на мебелен корпус, изработен от еднослойни плочи от масивна бял борова дървесина, и сравнението им с резултатите от изследването на аналогичен корпус, изработен от

фурнировани плочи от дървесни частици [3], дават основание да се направят следните по-общи изводи и заключения:

1. Прилаганата методика за изследване на деформациите и якостта на конструкцията на корпусните мебели, която се основава на адаптирано спрямо особеностите на корпусните мебели използване на компютърна програма, разработена по метода на крайните елементи с отчитане на реалната коравина на ъгловите им съединения, дава възможност за адекватно якостно и деформационно оразмеряване на мебелните конструкции според вида на конструктивния материал, от който са изработени, в частност от масивна дървесина, и според условията на експлоатационните им натоварвания.

2. Получените стойности за деформациите в корпусните елементи и в съединенията помежду им дават възможност да се прогнозира деформационното поведение на конструкцията на корпусната мебел изработена от еднослойни плочи от масивна дървесина при експлоатационни натоварвания.

3. Мебелният корпус изработен от еднослойни плочи от масивна бял борова дървесина има значително по-голяма коравина от аналогичния корпус изработен от фурнировани плочи от дървесни частици.

4. Гърбът на корпуса увеличава значително коравината на конструкцията на корпусната мебел. И при двата вида корпуси максималните деформации в корпусните елементи и в съединенията помежду им се получават във фронталната зона и намаляват чувствително в посока към гърба на корпусите.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Маринова, А. 1998. Деформационно и якостно изследване на корпусните мебели по метода на крайните елементи с отчитане на податливостта на ъгловите им съединения. Дисертационна работа за присъждане на образователната и научна степен "Доктор", София, ЛТУ.

[2] Маринова, А. 2004. Оптимизиране на оразмеряването на корпусните мебели на базата на компютърна програма, разработена въз основа на метода на крайните елементи. Списание "Дървообработване и производство на мебели", № 2, 2003 – № 1, 2004, 20-25.

[3] Маринова, А., Г. Кючуков. 2007. Влияние на начина на съединяване на гърба към корпусните елементи върху формоустойчивостта на корпусна мебел. Научна конференция на Русенски университет "Ангел Кънчев", Научни трудове, том 46, серия 1, Русе, ноември 2007 г., 150-154.

[4] Маринова, А. 2009. Коравина на разглобяеми ъглови съединения на конструктивни елементи от еднослойни плочи от масивна дървесина. Сборник научни доклади Втора научно-техническа конференция "Иновации в горската промишленост и инженерния дизайн", Юндола, 6–8 ноември 2009 г., 180-186.

[5] Marinova, A., G. Kyuchukov. 2001. A study on deformation of a two-winged wardrobe construction with inner fixed vertical and horizontal partition elements. XV Konferencja Naukowa Wydziału Technologii Drewna SGGW "DREWNO – MATERIAL XXI WIEKU", Warszawa, 13-14 listopada 2001, 115-119.

[6] Marinova, A., G. Kyuchukov. 2002. Deformation investigation on the structure of a three-winged wardrobe with one partition side. NABYТОK 2002 [CD-ROM]. Zvolen: Technicka univerzita, October 24–25, 2002, ISBN 80-228-1193-9, 1-7.

За контакти

Доц. д-р Ася Маринова, катедра "Интериор и дизайн за мебели", Лесотехнически университет, 1756 София, бул. „Кл. Охридски“ 10, e-mail: assiamar@abv.bg

Проф. д-р Георги Кючуков, Лесотехнически университет

Докладът е рецензиран.