

А.А. Барташевич, профессор;
А.В. Вильчицкий, ведущий дизайнер ЗАО "Пинскдрев"

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОФИЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В КОНСТРУКЦИЯХ МЕБЕЛИ

The peculiarities of usage of profile elements in furniture constructions are represented in this article.

В изделиях мебели основная роль принадлежит фасадам. Они определяют стилевую направленность изделий, несут главную нагрузку в создании формы, ее образности, художественной выразительности и т.д. С точки зрения обеспечения прочности изделия роль фасадных элементов намного меньше, чем элементов, образующих корпус, который выполняет несущую силовую функцию и воспринимает все нагрузки. К нему крепятся и фасадные элементы. Последние воспринимают только нагрузки от собственного веса. Из этого следует, что они могут быть небольших размеров в сечении, со сравнительно невысокими прочностными характеристиками. Например, достаточно, чтобы дверь изделия представляла собой рамку, которую крепят к корпусу, с вложенной в нее филенкой из стекла или древесноволокнистой плиты, облицованной пленкой на основе пропитанных бумаг (толщиной примерно 4 мм). Заметим, что в прошлом рамочно-филенчатые конструкции широко использовались при изготовлении мебели.

В задачу наших исследований, которые выполнялись в рамках задания 29 ГНТП "Леса Беларуси и их рациональное использование", входил поиск конструктивных и технологических решений производства фигурных тонкослойных элементов мебели на основе древесных композиционных материалов. Конструктивный путь решения проблемы включал разработку материалосберегающих форм отдельных элементов и изделий, технологический – разработку технологии их изготовления.

Для изготовления профильных тонкослойных элементов в качестве основы могут применяться картон, ДВП, шпон лущеный, измельченная древесина. Разработан технологический режим изготовления таких элементов на основе различных древесных материалов и картона. Изготовление может осуществляться методом прессования с использованием жестких пресс-форм или в мембранных (вакуумных) прессах. В первом случае можно получать объемные формы двухосной кривизны, соблюдая условие бездефектного гнутья. Для шпона толщиной h и влажностью 8 % допустимый радиус изгиба равен

$$r_{\text{доп}} = \frac{2E_0 h}{\sigma_p (1 + \sigma_p / \sigma_{\text{сж}})^2},$$

где σ_p , $\sigma_{\text{сж}}$ – пределы прочности шпона при растяжении и сжатии.

Прессование профильных элементов в жестких пресс-формах имеет существенный недостаток: для каждого нового размера или формы элемента требуется новая пресс-форма. По этой причине данный способ не находит применения.

В последнее время применяются тонкостенные профильные элементы одноосной кривизны. Такие элементы создают своеобразный дизайн мебели, который считается современным. Изготовление одноосных профильных элементов осуществляется прессованием в вакуумных прессах. При малой толщине элементов не требуется большого

усилия прессования и для осуществления процесса достаточно атмосферного давления, обеспечиваемого вакуумным прессом.

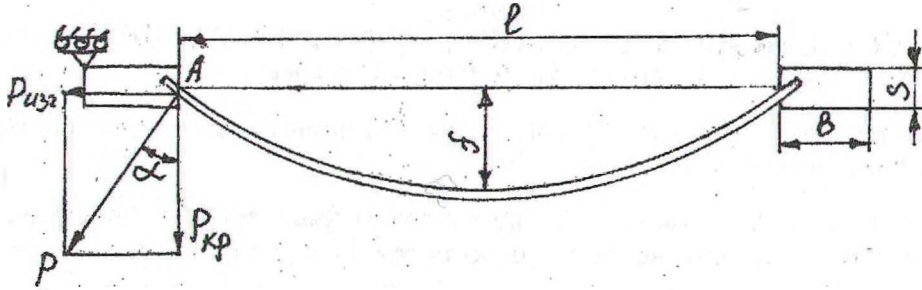


Рис. Схема действия сил на брусок двери

В последнее время начал использоваться очень простой способ получения профильных элементов мебели. Филенку делают плоской из ДВП, облицованной шпоном, кожей, пленками, и затем вставляют в профильную рамку. При большом радиусе изгиба филенки R и малой толщине h (примерно 4 мм) отношение h/R значительно меньше предела изгибаемости, то есть всегда гарантировано бездефектное изгибание филенки. Но в этом случае на вертикальные бруски рамки действует усилие, вызываемое внутренними напряжениями согнутой филенки, которые стремятся ее выпрямить. Вверху и внизу рамочно-филенчатой конструкции бруски и филенка связаны жестко и деформации не подвержены. Наибольшей деформации подвержены продольные (вертикальные) бруски в середине длины, там происходит деформация сложного вида – на кручение и изгиб. Усилие $P_{кр}$ вызывает кручение бруска рамки относительно точки б (точки крепления бруска стяжкой к боковой стенке), а усилие $P_{изг}$ – его изгиб (см. рис.). Их можно определить по формулам

$$P_{кр} = P \cos \alpha ;$$

$$P_{изг} = P \sin \alpha ,$$

где P – усилие, передаваемое на один брусок рамки филенкой в результате ее разгибания внутренними напряжениями; оно направлено перпендикулярно к касательной окружности, описанной филенкой, и приложено в точке А.

Величину изгиба бруска можно не учитывать – она ничтожна по величине, так как вызывающее ее усилие небольшое, а сам брусок представляет собой неразрезную балку с защемленными концами и тремя промежуточными опорами (стяжками), в том числе и посередине длины, а изгиб происходит в плоскости бруска, совпадающей с его шириной, в которой жесткость зависит от значения ширины в третьей степени, то есть имеет максимальное значение.

Деформация кручения может быть определена следующим образом. Усилие P , действующее на брусок рамки, равно половине усилия, затраченного на предварительный изгиб филенки:

$$P = \frac{0.5 \cdot 384 f E_0 I_{min}}{5 l^3} = \frac{16 f E_0 B h^3}{5 l^3} ,$$

где f – стрела прогиба филенки; B , h , l – соответственно длина, толщина и ширина филенки.

Крутящий момент, вызывающий кручение филенки, равен

$$N = P \cdot b \cdot \cos \alpha,$$

где b – ширина бруска.

Максимальный угол закручивания бруска будет в середине его длины и определится по формуле

$$\varphi = \frac{N \cdot 0.5B}{\beta b s^3 E_{кр}}, \text{ рад.},$$

где B – длина бруска (равна длине филенки); β – коэффициент, зависящий от отношения b/h ; s – толщина бруска; $E_{кр}$ – модуль упругости при кручении.

Рассмотрим пример. Рамочно-филенчатая дверь имеет длину 1500 и ширину 500 мм. Ширина филенки 380 мм, толщина 4 мм (ДВП, облицованная пленкой на основе бумаги). Филенка согнута со стрелой прогиба 50 мм и вставлена в рамку из древесины березы, сечение брусков рамки 70x18 мм. Угол α определяется конструктивно. Модуль упругости при кручении березы примем, как при сжатии. При отношении $b/h=4$ коэффициент $\beta=0.281$.

Решение:

$$P = \frac{16 \cdot 0.05 \cdot 4000 \cdot 10^6 \cdot 1.5 \cdot 0.004^3}{5 \cdot 0.38^3} = 1120 \text{ Н};$$

$$N = P \cdot b \cdot \cos \alpha = 1120 \cdot 0.07 \cdot 0.8 = 62.72 \text{ Нм};$$

$$\varphi = \frac{62.72 \cdot 0.5 \cdot 1.5}{0.281 \cdot 0.07 \cdot 0.078^3 \cdot 16.1 \cdot 10^9} = 0.0254 \text{ рад.} = 0.254(180/\pi) = 1.46^\circ.$$

В результате ползучести древесины во времени угол закручивания может увеличиться примерно в 1.6 раза и достигнуть величины $\varphi = 2.33^\circ$.

Для примера мы взяли максимальный размер двери. При меньших размерах формоустойчивость двери будет значительно большей.

Для устранения кручения брусков в дверях больших размеров принят конструктивный прием (ЗАО "Пинскдрев"): с внутренней стороны двери посередине ее длины ставится функциональный элемент (например, галстукдержатель), который крепится к брускам рамки и воспринимает на себя действие значительной части внутренних напряжений филенки. По истечении времени релаксации внутренние напряжения в филенке гаснут, а потом практически прекращают действовать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1976.