

Библиографический список

1. Деревянная плитка. URL: <https://stroyfora.ru/p/post-155> (дата обращения 21.10.2019).
2. Тарбеева Н.А., Рублева О.А. Инновационная технология изготовления экологически чистой отделочной плитки на основе древесины // Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: матер. VIII Всерос. науч.-практ. конференции с международным участием 22-23 ноября 2018 г. Ч. 2 / Под ред. к.т.н., доцента В.В. Гриценко; к.т.н., доцента Г.Ю. Ястребова. Рубцовск: Рубцовский индустриальный институт, 2018. С. 157–163.
3. Тарбеева Н.А., Рублева О.А. Экспериментальное исследование влияния режимов пьезотермической обработки на степень уплотнения заготовок из древесины сосны // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: тр. XIV Междунар. евраз. симпозиума 17–20 сентября 2019 г. / отв. ред. В.Г. Новоселов. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-тет, 2019. С. 75–81.

УДК 684.4:539.4(075.8)

Студ. А.А. Телегин
Рук. С.Б. Шишкина
УГЛТУ, Екатеринбург

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КОРПУСНОЙ МЕБЕЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДИКИ ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЕТОВ

Вопросы прочности и надежности изделий должны решаться на стадии проектирования изделия, до его запуска в массовое производство. Прочностные расчеты необходимо осуществлять на основе строгих математических расчетов с использованием методов классической механики. Полученные результаты прочностных расчетов деталей, сборочных единиц и, в целом, изделий должны проверяться контрольными механическими испытаниями после изготовления опытных образцов изделий.

В корпусной мебели элементом, несущим основные нагрузки, является корпус. Ящики и полки воспринимают и передают на корпус эксплуатационные нагрузки, но практически не влияют на силовую схему работы конструкции. Во время эксплуатации на все основные элементы корпусной мебели действуют сосредоточенные в одной точке или распределенные по всей длине или площади изделия нагрузки, которые можно разделить на следующие:

– возникающие от массы самого изделия (могут быть точно определены взвешиванием или расчетом в зависимости от объема деталей и плотности материала деталей; их влияние на прочность конструкции не столь существенно);

– возникающие от воздействия массы хранящихся в изделии предметов (наиболее стабильны и действуют на горизонтальные элементы мебели; при максимальном заполнении изделий мебели предметами эти нагрузки можно считать постоянными и равномерно распределенными);

– возникающие в процессе эксплуатации при перемещении изделий мебели (действуют чаще всего на ее боковые стенки и основания, определяются многими факторами и, в первую очередь, зависят от типа изделия, его размеров и функционального назначения. Силы, составляющие эту нагрузку, имеют направление, близкое к горизонтальному, могут быть приложены на различной высоте от пола и вызывают наибольшее напряжение в соединениях. Эти силы могут вызывать опрокидывание или перемещение мебели).

Устойчивость – это способность конструкции сопротивляться усилиям, стремящимся вывести ее из исходного состояния равновесия.

В процессе проектирования изделий вопрос о проверке изделия на устойчивость возможно решить методом проверочного расчета. Рассмотрим данную методику на примере шкафа для детской комнаты (рис. 1).



Рис. 1. Шкаф для детской комнаты

При расчете корпусных изделий мебели на статическую устойчивость в соответствии с ИСО 7171-88 «Мебель. Емкости для хранения. Определение устойчивости» или ГОСТ 19882-91 «Мебель корпусная. Методы испытаний на устойчивость, прочность и деформативность» допускают самое неблагоприятное положение изделия: все выдвижные ящики и полки с полной нагрузкой выдвинуты на $2/3$ длины, дверки открыты на угол 90° . К

ящикам прикладывается сосредоточенная нагрузка T , а к дверкам – нагрузка P (рис. 2).

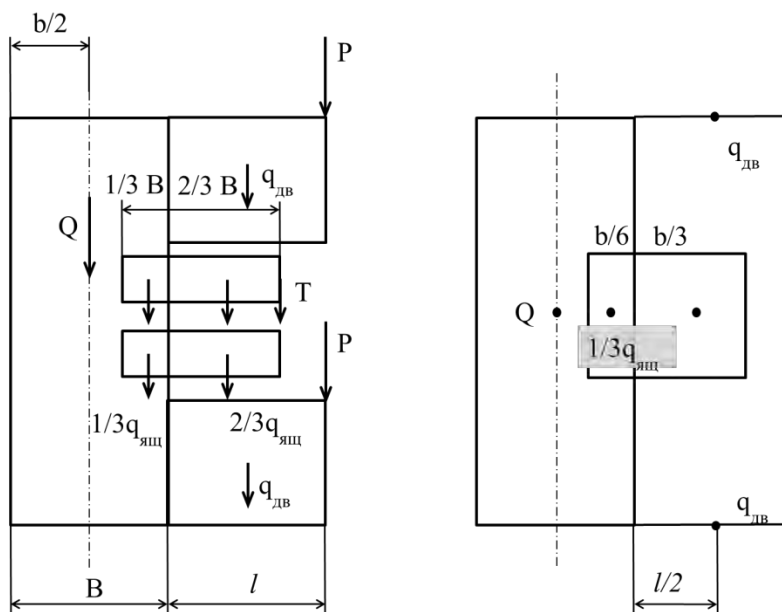


Рис. 2. Схема к расчёту статической устойчивости:

- Q – масса корпуса изделия без массы дверей и ящиков, кг;
- $q_{ящ}$ – масса ящика, включая массу хранимых в нем вещей, кг;
- $q_{дв}$ – масса дверей, кг; b – расстояние между опорами (глубина корпуса), м;
- l – ширина двери, м; P – возможная случайная сосредоточенная нагрузка на дверку, 250 Н; T – возможная случайная сосредоточенная нагрузка на ящик, 150 Н

Статическая устойчивость характеризуется коэффициентом устойчивости ($K_{уст}$), равным отношению моментов сил, противодействующих опрокидыванию ($M_{уст}$), к моменту сил ($M_{опр}$), опрокидывающих изделие при его перемещении или воздействии опрокидывающей нагрузки.

Момент сил, Н·м, препятствующих опрокидыванию относительно оси 0-0, проходящей через передние опоры корпуса, определяется по формуле (1):

$$M_{уст} = \left(Q \frac{b}{2} + \frac{1}{6} b \sum_{i=1}^n \frac{1}{3} q_{ящ} \right) g. \quad (1)$$

Момент сил, Н·м, опрокидывающих изделие относительно оси 0-0, определяется по формуле (2):

$$M_{опр} = \left(\sum_{i=1}^m q_{дв} \frac{l}{2} + \frac{1}{3} b \sum_{i=1}^n q_{ящ} \right) g + Pl + T \frac{2}{3} b, \quad (2)$$

где $M_{уст}$ – момент сил, обеспечивающий устойчивость изделия относительно оси 0-0, Н·м;

$M_{опр}$ – момент сил, опрокидывающих изделие относительно оси 0-0, Н·м;

g – ускорение свободного падения, $g = 10 \text{ м/с}^2$;

Q – масса корпуса изделия без массы дверей и ящиков, кг;

$q_{ящ}$ – масса ящика, включая массу хранимых в нем вещей, кг;

$q_{дв}$ – масса дверей, кг;

b – расстояние между опорами (глубина корпуса), м;

l – ширина двери, м;

P – возможная случайная сосредоточенная нагрузка на дверку, 250 Н;

T – возможная случайная сосредоточенная нагрузка на ящик, 150 Н;

n – количество ящиков;

m – число дверей.

Коэффициент устойчивости определяется из выражения

$$K_{уст} = \frac{M_{уст}}{M_{опр}}. \quad (3)$$

Коэффициент устойчивости должен соответствовать условию

$$K_{уст} > 1,2.$$

Данные для расчета изделия на устойчивость представлены в таблице.

Расчет массы изделия

№ п/п	Наименование сб. единицы, детали, комплектующих изделия	Д, мм	Ш, мм	Т, мм	Кол-во в изделии, шт.	Масса, кг
1	Опора вертикальная	1600	500	16	3	25
2	Щит горизонтальный	1550	500	16	2	16
3	Полка	500	500	16	5	13
4	Дверка	500	500	16	4	11
5	Фасад ящика	500	248	16	2	3
6	Стенка задняя	1590	490	3,2	3	4
7	Корпус ящика пластиковый	–	–	–	2	2*
8	Фурнитура	–	–	–	–	2,5*

* Масса принимается по данным производителя с учетом количества комплектующих в изделии.

Определяем по формуле (1) момент сил, препятствующих опрокидыванию, $M_{уст}$, Н·м:

$$M_{уст} = (60,5 \cdot \frac{0,5}{2} + \frac{1}{6} \cdot 0,5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 10) \cdot 10 = 154,1.$$

Определяем по формуле (2) момент сил, опрокидывающих изделие, $M_{опр}$, Н·м:

$$M_{опр} = (11 \cdot \frac{0,5}{2} + \frac{1}{3} \cdot 0,5 \cdot 7) \cdot 10 + 250 \cdot 0,5 + 150 \cdot \frac{2}{3} \cdot 0,5 = 214,2.$$

Определяем по формуле (3) коэффициент устойчивости:

$$K_{уст} = \frac{M_{уст}}{M_{опр}} = \frac{154,1}{214,2} = 0,72 < 1,2$$

Полученное значение $K_{уст}$ говорит о том, что рассматриваемое изделие не имеет достаточную степень устойчивости.

Так как изделие имеет интересный внешний вид, который не стоит «утяжелять» визуально и конструктивно, производитель в обязательном порядке должен прописать в правилах эксплуатации следующие рекомендации:

– при эксплуатации корпусного изделия не следует открывать одновременно все дверки и выдвигать все ящики, особенно если шкаф имеет небольшую глубину;

– тяжелые вещи и предметы следует хранить в нижней части шкафа и ближе к задней стенке.

Таким образом, проведение расчета на устойчивость изделия позволяет прогнозировать данный эксплуатационный показатель и обеспечить безопасное пользование корпусной мебели.

Библиографический список

1. Кошелева Н.А., Шишкина С.Б. Расчеты на прочность изделий из древесины: учеб. пособие. Екатеринбург: УГЛТУ, 2019. 201 с.
2. Основы конструирования мебели: учебное пособие / Ю.И. Ветошкин, М.В. Газеев, А.В. Калюжный [и др.]. Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. 589 с.