

# ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДЕРЕВЯННОЙ БАЛКИ

Григорий САРАНЧУК

Технический Университет Молдовы

**Аннотация:** В работе представлены результаты анализа, полученных опытным путем, физико-механических характеристик древесины. Они были получены в ходе эксперимента, в котором испытывалась на изгиб шарнирно-опертая разрезная балка прямоугольного сечения, выполненная из граба. Проводится сравнение экспериментальных величин с теми, которые можно получить следуя указаниям и алгоритму расчета нормативного документа СНиП II-25-80, действующего на территории РМ. При испытании использовалось оборудование, позволяющее проследить за прилагаемой нагрузкой до пяти тонн. Индикаторы часового типа для замера вертикальных перемещений были расположены в середине пролета, а также непосредственно у опоры, для замера деформаций смятия поперек волокон.

**Ключевые слова:** Граб, анизотропия, модуль упругости вдоль волокон, интеграл Мора, расчетное сопротивление при изгибе, момент сопротивления вдоль волокон, чистый изгиб.

Древесина является перспективным материалом для строительных конструкций ввиду ее легкости и соответствию требованиям устойчивого развития. Но как природный, анизотропный материал требует к себе особого подхода с точки зрения расчета и конструирования для обеспечения рационального расхода материала и надежности. Для установления коэффициента надежности, который обеспечивает действующий в нашей стране СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции» было проведено испытание грабовой балки прямоугольного сечения.

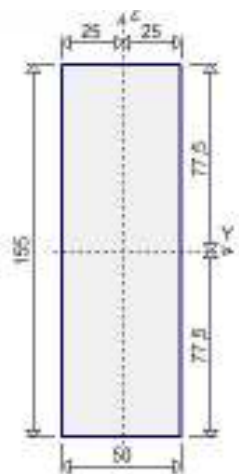


Рис. 1 Параметры сечения балки (размеры в мм)

## 1. Предварительный расчет согласно СНиП II-25-80

Расчетное сопротивление балки изгибу вдоль волокон:

$$R_u = 1855.25 \text{ T} / \text{м}^2 \quad (1)$$

Расчетная несущая способность по изгибающему моменту:

$$M = W \cdot R_u = 200.208 \cdot 10^{-6} \cdot 1855.25 = 0.371 \text{ T} \cdot \text{м} \quad (2)$$

Предельно допустимое значение одной сосредоточенной силы:

$$F = \frac{M}{0.34} = \frac{0.371}{0.34} = 1.092T \quad (3)$$

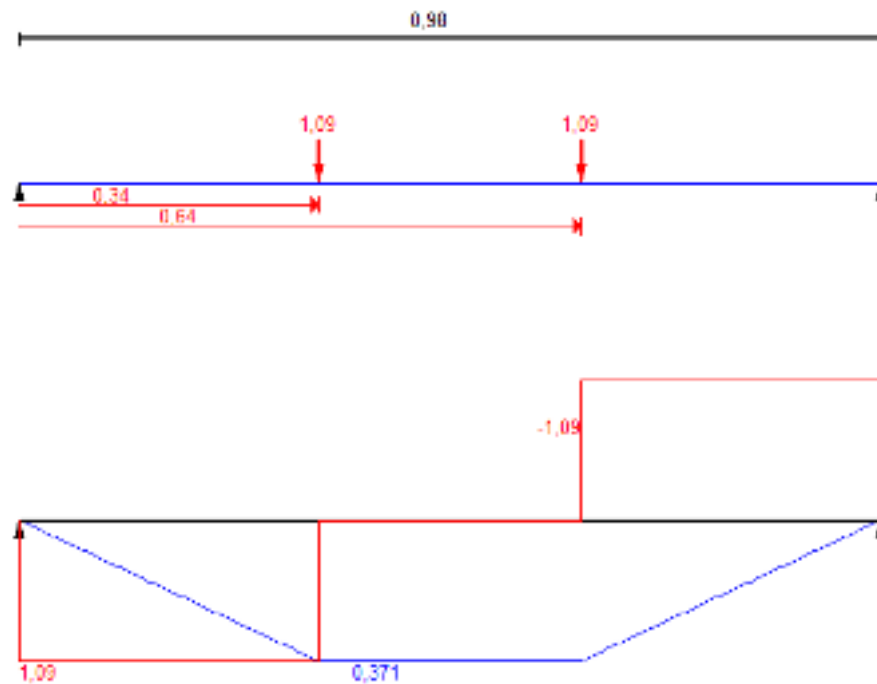


Рис. 2 Расчетная схема и эпюры от расчетной нагрузки

Общая предельная нагрузка для данной схемы загрузки:

$$2F = 2.185T \quad (4)$$

Прогиб, рассчитанный с учетом действия поперечной силы:

$$f = \frac{f_0}{k} \cdot \left[ l + c \cdot \left( \frac{h}{l} \right)^2 \right] = \frac{2.41}{1} \cdot \left[ 980 + 19.06 \cdot \left( \frac{155}{980} \right)^2 \right] = 2.41 \text{ мм} \quad (5)$$

## 2. Результаты эксперимента

Образец нагружался ступенями по 500 кг, после приложения каждой из которых снимались показания индикаторов у опоры и в середине пролета. Оборудование могло обеспечить приложение отслеживаемой нагрузки до пяти тонн, но даже при достижении этого предела, разрушить испытываемый образец не удалось!

Достигнутые напряжения:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{16.677}{200.208 \cdot 10^{-6}} = 41.65 \text{ МПа} \quad (6)$$

Для каждой ступени был вычислен модуль упругости древесины вдоль волокон  $E$ . Принцип его определения основывался на расчете теоретического значения вертикального перемещения середины балки от приращения нагрузки в одну ступень (500 кг), которое содержало величину  $E$  как переменную, а затем приравнивалось к экспериментальным значениям перемещений отдельно для каждой ступени нагружения.

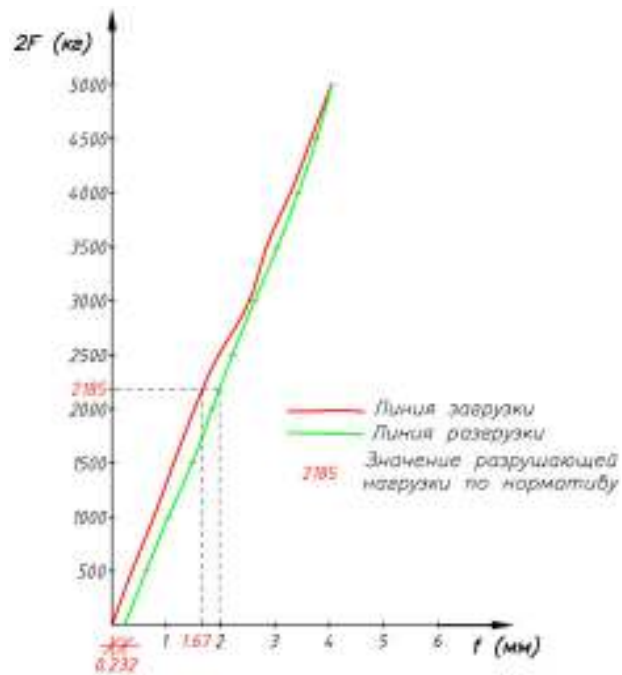


Рис. 3 Экспериментальные графики «нагрузка-прогиб»

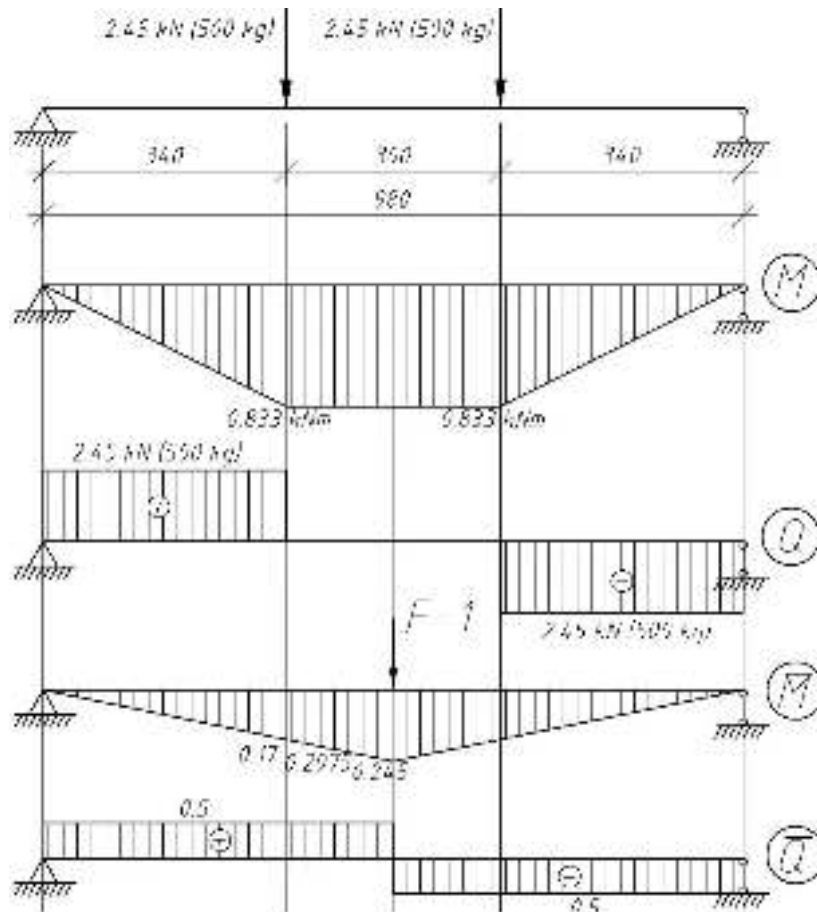


Рис. 4 Эпюры от единичного воздействия для определения прогиба от одной ступени

Расчет проводился с использованием полного интеграла Мора:

$$\Delta_{\text{теор}} = \int_L \frac{\bar{M} \cdot M}{EI} dx + \eta \int_L \frac{\bar{Q} \cdot Q}{GA} = 6068.771 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \frac{1}{\text{Е}} \quad (7)$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)} \quad (8)$$

$\eta = 1.2$  для сечения прямоугольной формы.

Среднее значение модуля упругости:

при загрузке  $E = 15628.567 \text{ МПа}$  ;

при разгрузке  $E = 15896.148 \text{ МПа}$  .

### 3. Анализ полученных результатов

Таблица 1 Сравнение теоретических и экспериментальных показателей

	Предельные значения по СНиП II-25-80	Результаты эксперимента	Коэффициент запаса
Разрушающее значение одной сосредоточенной силы $F$ (Т)	1,092	>2,5	>2.289
Расчетное сопротивление изгибу вдоль волокон $R$ (МПа)	18,2	>41,65	>2.289
Максимальное значение прогиба (мм)	2,41	>4,05	>1.68
Среднее значение модуля упругости $E$ (МПа)	10000	15700	1,57

Такое значительное превышение физико-механических характеристик древесины, полученных экспериментальным путем, над нормативными обосновано стремлением обеспечить надежность конструкции при эксплуатации ввиду большой дисперсии этих характеристик. Но это не совсем полно обеспечивает рациональность использования материала. Одним из выходов может быть установление физико-механических параметров материала конструкций путем испытаний непосредственно после ее изготовления, как поступают и в Европе.

### Библиография

1. ГОСТ 2140-81 «Видимые пороки древесины», 1981 г.
2. Еврокод 5, «Проектирование деревянных конструкций», ТКП EN 1995-1-1-2009 (02250)
3. Слискоухов Ю. В. «Конструкции из дерева и пластмасс», Москва, Стройиздат, 1986 г.
4. СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции», 1980 г.