

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЁТА НАДЁЖНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КЛЕЁНОЙ ДРЕВЕСИНЫ СОГЛАСНО РОССИЙСКИМ НОРМАМ И ЕВРОКОДУ

А.А. ШАМРЕЕВА, студент

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия  
shamreeva\_anna@mail.ru

*Рассматриваются методы расчёта надёжности конструкций из клеёной древесины согласно Еврокоду (на основе норм, принятых в Германии) и проводится сравнительный анализ с Российскими нормами. В качестве примера разобрана задача на устойчивость центрально сжатой стойки из клеёной древесины.*

*КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: расчёт на надёжность, клеёная древесина, Еврокод, СНиП*

Древесина – уникальный природный материал, активно используемый в строительстве зданий и сооружений. Деревянные конструкции применялись человеком с первобытных времён и, пройдя долгий путь исторического развития, не потеряли своей актуальности и по сей день. Можно сказать, что древесина как экологически чистый природный материал переживает своё второе рождение. Несмотря на недостаток данного ресурса, постоянно растёт спрос на деревянные здания и сооружения, разрабатываются новые технологии обработки древесины и методы расчёта деревянных конструкций.

Рассмотрим некоторые методы расчёта клеёных деревянных конструкций как наиболее популярных в нынешнем деревянном строительстве, в частности, в Германии, которая является одной из передовых стран Европы, широко применяющей древесину в строительстве и постоянно ведущей поиски оптимальных решений задач устойчивости и надёжности деревянных конструкций.

Одной из важных особенностей расчёта по Еврокоду является наличие большого количества коэффициентов в задачах на прочность, устойчивость и надёжность. Необходимо также отметить, что помимо правил, прописанных в Еврокоде (Eurocode 5), существуют практически во всех странах так называемые Национальные нормы (в Германии – Nationaler Anhang), которые устанавливают дополнительные коэффициенты перерасчёта, подходящие под национальные стандарты. Обновление норм, а соответственно, добавление новых коэффициентов, происходит раз в год, что приводит к ежегодному переизданию свода норм для расчёта конструкций.

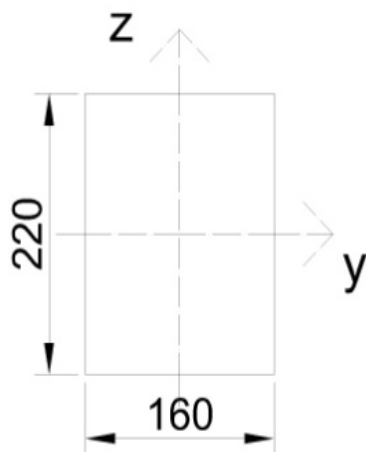


Рис.1. Поперечное сечение стойки из клеёной древесины

дольной сжимающей силой.

Рассмотрим задачу на определение устойчивости центрально сжатой стойки из клеёной древесины разных пород сечением 160x220 мм (GL28h – однородная клеёная древесина, GL28c – клеёная древесина, изготовленная из разных пород древесины), длиной  $l = 4,5$  м, с шарнирным опиранием краёв:  $l_{ef} = 4,5$  м. Стойка нагружена силой в  $N_d = 230$  кН.

Для определения устойчивости относительно оси Y:  $\frac{\sigma'_{c,o,d}}{k_{c,y} \times f_{c,o,d}} : 5 \leq 1$ ,

Для определения устойчивости относительно оси Z:  $\frac{\sigma'_{c,o,d}}{k_{c,z} \times f_{c,o,d}} : 5 \leq 1$ ;

где  $C_{c,o,d}$  – напряжение, вызываемое про-

$$C_{c,o,d} = \frac{N_d}{A_d} = \frac{230}{16 \times 22} = 0,653 \text{ кН}$$

Индекс „d“ указывает на расчётную величину, нормативную величину обозначает индекс „k“ (аналог в Российских нормах – расчётные и нормативные нагрузки, однако в данном случае эти понятия применяются не только к нагрузкам, но и другим величинам).

$$f_{c,o,d} = f_{c,o,k} \times \frac{k_{mod}}{\gamma_m} = 24 \times \frac{0,9}{1,3} = 16,61 \frac{H}{мм^2},$$

где  $f_{c,o,k} = 24 \frac{H}{мм^2}$  – величина предела прочности на сжатие, принятая по таблице для GL28c (по условию задачи).

$k_{mod}$  – коэффициент, включающий в себя сочетание условия использования древесины и продолжительности приложения нагрузки и определяющийся следующими параметрами:

1) класс использования древесины (NKL = Nutzungsklasse): бывает NKL1 (закрытые пространства, внутренние помещения, жилые помещения, влажность менее 12% и др.) и NKL2 (проветриваемое или открытое помещение, влажность более 12 %);

2) характер приложения нагрузки KLED: mittel – средний – непродолжительные воздействия (дорожное движение), снежный покров более 1000 мм, нагрузка категории В, офисные помещения и др.; kurz – быстрый - непродолжительные воздействия (ветер), снежный покров менее 1000 мм и др.; также ständig и sehr kurz.

В данной задаче принимается NK1 и KLED «kurz» - открытое помещение с крышей и снеговая нагрузка менее 1000 мм -  $k_{mod} = 0,9$ .

$u_m$  – коэффициент, учитывающий строительный материал: для любых видов дерева и в соединении с металлическими элементами 1,3, для проверки несущей способности для древесины с гвоздями – 1,25.

Гибкость относительно осей Y и Z определяется аналогично российским расчётам по формулам (рис.1):

$$\begin{aligned} \lambda_y &= \frac{l_y}{i_y} \quad \text{и} \quad \lambda_z = \frac{l_z}{i_z} \\ \frac{h^2}{12} &= \frac{16}{\sqrt{12}} = 4,62 \quad \text{см} \quad \text{и} \quad \frac{22}{\sqrt{12}} = 6,35 \quad \text{см} \\ \lambda_y &= \frac{450}{4,62} = 97,4 \quad \text{соответственно из таблицы } k_c = 0,413, \\ \lambda_z &= \frac{450}{6,35} = 70,87 \quad \text{соответственно из таблицы } k_c = 0,6973; \end{aligned}$$

$k_c$  – коэффициент продольного изгиба элемента (аналог российского  $\varphi$ ), всегда меньше 1, зависит от вида древесины.

Проверка устойчивости по вышеприведённым формулам:

относительно оси Y:  $\frac{0,653}{0,6973 \times 1,661} = 0,564 < 1$  - тождество верно;

относительно оси Z:  $\frac{0,653}{0,413 \times 1,661} = 0,95 < 1$  - тождество верно.

В российских нормах используется формула:

$$\frac{N}{A} = C \leq \frac{C}{\alpha_{adm}} \quad \text{или} \quad \frac{\sigma_c}{\sigma_{c,adm}} \leq 1.$$

Следовательно, при данной нагрузке и заданных геометрических размерах балки выполняется условие устойчивости.

Как видно из хода решения задачи, в расчёте при помощи коэффициентов учитываются следующие факторы:

- 1) состав клеёной древесины -  $f_{c,0,k}$  ;

- 2) условия использования древесины: климатические условия, проветриваемость помещений - NKL;
- 3) характер действия и продолжительность нагрузки - KLED;
- 4) материал (дерево или дерево и металл) -  $u_m$ ;
- 5) вид древесины (лиственные или хвойные породы, клеёная однородная или неоднородная).

### Литература

- [1] *Prof. Dr.-Ing. H.Hartmann* «Ingenieurholzbau». (Grundlagen) – Hochschule für Technik – Sem. BB4
- [2] DIN EN 1995-1-1:12-2010
- [3] DIN EN 1995-1-1/NA:08-2013
- [4] DIN EN 1052-10-2011-08
- [5] DIN 1052, 12-2008
- [6] DIN 1052 Berichtigung 1, Ausg. Mai 2010
- [7] DIN EN 14080:09-2013
- [8] DIN EN 338:02-2010
- [9] Eurocode 5: Design of timber structures
- [10] СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции»
- [11] *Карлсен Г.Г., Слищкоухов Ю.В.* (ред.) Конструкции из дерева и пластмасс - Изд. 5-е перераб. и доп. Учебник для вузов. Стройиздат, 1986г. - 543с., ил.

### DIE VERGLEICHSANALYSE VON DEN BERECHUNGSMETHODEN DER STABILITÄT VOM BRETTSCHICHTHOLZ MIT HILFE DER RUSSISCHEN NORMEN UND EUROCODE

A.A. SHAMREEVA

*Russische Universität der Völkerfreundschaft*

*Die Berechnungsmethode der Stabilität vom Brettschichtholz mit der Hilfe der russischen Normen und Eurocode (Deutschlands Nationaler Anhang) sind im Artikle betrachtet. Als Beispiel ist die Stabilitätsberechnung von der zentriert belasteten Stütze aus dem Brettschichtholz genommen wird.*

*SCHLUSSWÖRTER: Stabilitätsnachweis, Brettschichtholz, Eurocode, SNIP.*

