

ПОРЯДОК НАЗНАЧЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДРЕВЕСИНЫ В СП 64.13330.2017 «ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ»

THE PROCEDURE FOR ASSIGNING THE DESIGN VALUE OF A RESISTANCE OF WOOD IN SP 64.13330.2017 'WOODEN CONSTRUCTION'

А. А. ПОГОРЕЛЬЦЕВ, канд. техн. наук

Изложена хронология изменений в назначении в отечественных нормах прочностных характеристик для расчета деревянных конструкций от метода допустимых напряжений до метода предельных состояний. Приведены предпосылки для изменения порядка определения расчетных сопротивлений древесины. Описаны изменения порядка определения расчетных сопротивлений деревянных конструкций в СП 64.13330.2017 для древесины, отобранной по сортам, с определением в качестве базовых расчетных сопротивлений, полученных по результатам стандартных испытаний, и по классам прочности через нормативные сопротивления древесины.

Ключевые слова:

Длительность загрузки, допускаемые напряжения, класс прочности, коэффициент условия работы, расчетное сопротивление, сорт

The chronology of changes in the assignment in the domestic standards of strength characteristics for the calculation of wooden structures from the method of permissible stresses to the method of limit states is presented. The prerequisites for changing the order of determining the design resistance of wood are given. The changes in the procedure for determining the design resistances of wooden structures in SP 64.13330.2017 for wood selected by grades are described, with the definition of the basic design resistances obtained from the results of standard tests and strength classes through standard wood resistances.

Keywords:

Allowable stress, design resistance, grade, load duration, strength class, working condition coefficient

Древесина является одним из первых и наиболее распространенных строительных материалов, который человек использует с древних времен. Но лишь в конце XIX – начале XX вв. начались систематические исследования прочности древесины и разработка методов ее испытаний.

Древесина является природным анизотропным неоднородным материалом, прочность которого зависит от многих факторов: угла между действующим усилием и направлением волокон, длительности загрузки, наличия пороков, влажности древесины, условий произрастания и т.д. Поэтому при определении допускаемых напряжений изначально принимались характеристики для чистой древесины, т.е. древесины без пороков, и затем уменьшались в зависимости от реальных условий эксплуатации.

В 1919 г. были приняты «Прусские нормы. Положения о принятых нагрузках для гражданских сооружений и о допускаемых нагрузках для строительных материалов», а в 1921 г. — германские промышленные нормы DIN E.1052 «Строительные материалы для гражданских сооружений, напряжения для древесины» [1]. Допускаемые напряжения, заложенные в этих нормах, относятся к воздушно-сухой древесине влажностью 15%, хорошего качества, без значительных сучков в опасных поперечных сечениях, и приведены в таблице 1.

Учитывая разность величин допускаемых напряжений при сжатии и изгибе, для сжато-изогнутых элементов из хвойных пород согласно DIN E.1052 должно было выполняться условие

$$3P/2F + M/W \leq 90 \text{ кг/см}^2, \quad (1)$$

где P – продольная сила;

M – изгибающий момент;

F – площадь поперечного сечения;

W – момент сопротивления сечения.

Таблица 1

Допускаемые напряжения в немецких нормах начала XX века

Вид напряженного состояния	Допускаемые напряжения, кг/см ²		
	DIN	Прусские нормы	
	хвойные	сосна	ель
Растяжение вдоль волокон	100	100	90
Сжатие вдоль волокон	60	60	50
Изгиб	90	100	90
Скалывание вдоль волокон	10	10	8

В 1927 г. постановлением ВСНХ СССР был создан Государственный институт сооружений (ГИС), переименованный в 1931 г. в Центральный научно-исследовательский институт промышленных сооружений (ЦНИИПС), а затем преобразованный в 1957 г. в Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций (ЦНИИСК).

Одной из первых в нём была организована лаборатория деревянных конструкций под руководством Г.Г. Карлсена. В течение всего периода существования основными

видами деятельности лаборатории были исследования древесины и деревянных конструкций и разработка нормативных документов. Уже на втором году работы лаборатории были разработаны «Технические условия и нормы проектирования и возведения деревянных сооружений» [2].

В этом документе (ТУиН) базовыми приняты две породы древесины – дуб и сосна, для которых приведены основные допускаемые напряжения для воздушно-сухой древесины (влажностью не более 18%) в защищенном сооружении для сорта (марки), соответствующего классу сооружения. Применение других пород древесины, сорта древесины, иные температурно-влажностные условия эксплуатации и другие факторы учитывались введением поправочных коэффициентов.

В настоящее время самыми распространенными породами древесины, используемыми в строительстве, являются сосна и ель. В дальнейшем будем рассматривать именно эти породы.

Приведенные в ТУиН для древесины сосны основные допускаемые напряжение на растяжение $[\sigma^+]$ и сжатие $[\sigma^-]$ вдоль волокон равны 100 кг/см^2 , на изгиб $[\sigma_{из}] = 110 \text{ кг/см}^2$, смятие вдоль волокон $[\sigma_{см}] = 80 \text{ кг/см}^2$.

Допускаемые напряжения получают умножением основных допускаемых напряжений на все поправочные коэффициенты для данной конструкции:

$$[\sigma] = [\sigma]_{осн} \times K_n, \quad (2)$$

где $[\sigma]$ – допускаемое напряжение;

$[\sigma]_{осн}$ – основное допускаемое напряжение;

K_n – общий поправочный коэффициент, равный произведению частных поправочных коэффициентов [3].

Конструкция или сооружение, относящиеся к тому или иному классу, должны выполняться из определенного сорта. Тогда для древесины действительны основные допускаемые напряжения. При повышении или понижении сорта допускаемые напряжения будут уменьшаться или увеличиваться (табл. 2).

Таблица 2

Поправочный коэффициент к основным допускаемым напряжениям в зависимости от влажности древесины и условий эксплуатации

Класс сооружения	Сорт древесины		
	Отборный (марка 0)	Первый (марка 1)	Второй (марка 2)
2-й	1,0	0,8	-
3-й	1,2	1,0	0,8
4-й и временные вспомогательные сооружения, леса, подмости и т.д.	-	1,2	1,0

При увеличении влажности древесины её прочность снижается. Условия эксплуатации, когда древесина не является воздушно-сухой, учитываются коэффициентом, приведенным в табл. 3.

Таблица 3

Поправочный коэффициент к основным допускаемым напряжениям в зависимости от класса сооружения и сорта древесины

Влажность древесины	Условия эксплуатации конструкций		
	Защищенные	Незащищенные	Находящиеся постоянно под водой
	от атмосферных воздействий и почвенной влаги		
Воздушно-сухая	1,0	0,9	не рекомендуется
Полусухая	0,9	0,8	0,7
Сырая	не допускается	0,7	0,7

Для древесины сосны/ели Кольского полуострова вводится поправочный коэффициент, зависящий от напряженного состояния:

- сжатие вдоль и поперек волокон – 0,85/0,7;
- растяжение вдоль волокон, изгиб и скалывание – 0,9/0,7.

При заводском изготовлении, обеспечивающем высокое качество работ и тщательный отбор древесины, поправочный коэффициент принимался равным 1,15.

Для гнутых элементов, в которых возникают дополнительные напряжения, вводится поправочный коэффициент, приведенный в табл.

Таблица 4

Поправочный коэффициент к основным допускаемым напряжениям для гнутых элементов

Вид напряженного состояния	Радиус кривизны / толщина элемента R/h						
	100	125	150	175	200	250	300
Сжатие и изгиб	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0
Растяжение	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

Чем чище обработаны торцевые поверхности и чем больше размеры поперечных сечений, тем больше предел прочности при смятии вдоль волокон по всему сечению приближается к пределу прочности при сжатии [4]. Это обусловлено тем, что в крупных сечениях попадают сучки, снижающие прочность на сжатие, но не влияющие на прочность на смятие. Поэтому в дальнейшем допускаемые напряжения на смятие вдоль волокон повысили до допускаемых напряжений на сжатие.

Толчок в развитии широкого применения древесины в строительстве, а следовательно, и исследований и разработки нормативной базы, дал принятый в 1932 г. приказ Наркомтяжпрома СССР о проведении мер, обеспечивающих 20-процентную экономию металлов в строительстве. В приказе прямо сказано, что производственные помещения должны проектироваться в «виде одноэтажных зданий с применением простейших облегченных и деревянных конструкций». Также из дерева предполагалось выполнять пешеходные мосты без ограничения пролета, шоссейные мосты пролетом до 45 м, железнодорожные – до 35 м, водонапорные башни и мачты башенного типа высотой до 50 м и т.п. Особо предлагалось более широкое внедрение разработанных ВИСом «сводов-оболочек, кружально-сетчатых сводов, градирней, водонапорных башен, нефтяных вышек,

причальных башен и других сооружений башенного типа».

В 1939 г. нормы по проектированию деревянных конструкций вышли как Общесоюзный стандарт ОСТ 90001-38 «Нормы и технические условия проектирования деревянных конструкций» [5]. В развитие положений нового стандарта В.М. Коченовым была составлена «Инструкция по проектированию деревянных конструкций» [6].

С началом Великой Отечественной войны были выпущены «Указания по проектированию и применению деревянных конструкций в условиях военного времени» [7], в которых допускаемые напряжения принимались независимо от влажности древесины:

- растяжение вдоль волокон – $[\sigma_p] = 80 \text{ кг/см}^2$;
- сжатие и смятие вдоль волокон – $[\sigma_c] = 120 \text{ кг/см}^2$;
- изгиб – $[\sigma_u] = 120 \text{ кг/см}^2$.

Последним нормативным документом по расчету деревянных конструкций по допускаемым напряжениям стали вышедшие в 1948 г. НИТУ 2-47 «Нормы и технические условия проектирования деревянных конструкций» [8]. В них впервые для древесины сосны и ели прочностные характеристики приняты равными.

Разработанные в стране нормы обеспечивали надежность зданий и сооружений, однако не в полной мере учитывали действительную работу конструкций и часто приводили к необоснованному перерасходу материалов.

В 1950-х гг. в СССР был осуществлен переход от расчета конструкций по допускаемым напряжениям к расчету по предельным состояниям. Новый метод расчёта был разработан группой выдающихся ученых: В.А. Балдин, А.А. Гвоздев, И.И. Гольденблат, Ю.М. Иванов, В.М. Коченов, Л.И. Онищик, Н.С. Стрелецкий и К.Э. Таль под руководством В.М. Келдыша [9].

Во втором издании учебника «Деревянные конструкции» по редакцией Г.Г. Карлсена приведены два метода расчета: по предельным состояниям и по допускаемым напряжениям [10]. Если допускаемые напряжения назначались путем деления средней величины предела прочности на коэффициент запаса, то расчетные сопротивления определяются длительной прочностью древесины. Различия заключаются не только в значениях расчетных сопротивлений и допускаемых напряжений (табл. 5), но и в других параметрах, лежащих в основе нового метода расчёта.

Таблица 5

Допускаемые напряжения и расчетные сопротивления древесины сосны и ели

Вид напряженного состояния	Допускаемые напряжения		Расчетные сопротивления	
	Обозначение	Значение, кг/см ²	Обозначение	Значение, кг/см ²
Сжатие и смятие вдоль волокон	$[\sigma_c], [\sigma_{cm}]$	100	R_c, R_{cm}	130
Растяжение вдоль волокон	$[\sigma_p]$	70	R_p	100
Изгиб	$[\sigma_u]$	100	R_u	130

Наиболее полно методика расчета деревянных конструкций по предельным состояниям была изложена В.М. Коченовым [11].

Первым нормативным документом по расчету деревянных конструкций по пре-

дельным состояниям стали НиТУ 122-55 «Нормы и технические условия проектирования деревянных конструкций» [12]. В них длительность загрузки, эксплуатационная влажность и температура древесины учитывались введением поправочных коэффициентов к расчетным сопротивлениям (табл. 6).

Таблица 6

Поправочные коэффициенты к расчетным сопротивлениям для учета повышенных температуры и влажности длительности загрузки

Условия эксплуатации и виды нагрузок	Коэффициент
Конструкции, подвергающиеся кратковременному увлажнению с последующим высыханием	0,85
Конструкции, подвергающиеся длительному увлажнению	0,75
Конструкции при воздействии установившейся температуры воздуха 30-50 °С	0,8
Конструкции, рассчитываемые на воздействие постоянных нагрузок	0,8
Конструкции, рассчитываемые на монтажную нагрузку, кроме расчета на смятие	1,1
То же, при расчете на смятие	1,3
Конструкции, рассчитываемые на сейсмическую нагрузку, кроме расчета на смятие	1,2
То же, при расчете на смятие	1,5

Влияние на расчетные сопротивления размеров и формы сечения, наличие отверстий, податливости связей и т.д. учитывались коэффициентами условий работы m (табл. 7).

Таблица 7

Коэффициенты условий работы

Вид сопротивления древесины	Обозначение	Величина
Поперечный изгиб:		
а) для досок, брусков, брусьев с размерами стороны сечения менее 15 см, а также клееных элементов, за исключением указанных в п. г)	m_u	1,0
б) для брусьев с размерами сторон поперечного сечения 15 см и более, а также клееных элементов, за исключением указанных в п. г), при отношении высоты сечения элемента к его ширине $h/b \leq 3,5$	m_u	1,15
в) для бревен, не имеющих врезки в расчетном сечении	m_u	1,2
г) для дощатых двутавровых клееных элементов	m_u	*
д) для составных элементов на податливых связях	m_u	$m_u \cdot k_W^{**}$
Растяжение:		
а) для элементов, не имеющих ослаблений в расчетном сечении	m_p	1,0
б) для элементов, имеющих ослабления	m_p	0,8
Сжатие и смятие:		
а) сжатие и смятие в элементах	$m_c; m_{cm}$	1,0
б) смятие в сопряжениях	m_{cm}	***
Скалывание:		
а) при изгибе	$m_{ск}$	1,0
б) в сопряжениях	$m_{ск}$	***

* - зависит от отношения толщины стенки к ширине полки;

** - k_W учитывает податливость связей;

*** - зависит от вида связей.

Коэффициент условия работы для гнутых элементов $m_{гн}$ применяется в дополнении к коэффициентам m_u , m_c , m_p и практически повторяет принятый в расчете по предельным состояниям, только при отношении радиуса кривизны к толщине элемента, равном 200, значение уменьшилось с 1,0 до 0,9.

В 1962 г. взамен НиТУ 122-55 вышел СНиП II-V.4-62 «Деревянные конструкции. Нормы проектирования» [13]. Как и в НиТУ 122-55, в нем давалось одно значение расчетного сопротивления для каждого вида напряженного состояния с учетом характеристики элементов (табл. 8).

Таблица 8

Расчетные сопротивления древесины сосны и ели растяжению, сжатию и изгибу

Вид напряженного состояния и характеристика элементов	Расчетные сопротивления	
	Обозначение	Значение, кг/см ²
Изгиб:		
а) элементы с высотой сечения до 50 см, за исключением упомянутых в п. б — в	$R_{и}$	130
б) элементы сплошного прямоугольного сечения с размерами сторон 14 см и более при высоте сечения до 50 см	$R_{и}$	150
в) бревна, не имеющие врезок в расчетном сечении	$R_{и}$	160
Растяжение вдоль волокон:		
а) элементы, не имеющие ослабления в расчетном сечении	R_p	100
б) элементы, имеющие ослабление в расчетном сечении	R_p	80
Сжатие и смятие вдоль волокон	$R_c, R_{см}$	130

Качество древесины клеёных и клеёных готовых элементов или отдельных участков несущих конструкций в зависимости от категорий элементов должно было удовлетворять требованиям СНиП I-V.13-62 [14] в отношении допустимых пороков.

Категории элементов несущих конструкций определялись характером работы:

I – растянутые элементы, в том числе растянутые элементы составных балок, растянутая зона (не менее 0,1 высоты поперечного сечения от растянутой кромки) многослойных балок высотой более 50 см с использованием более 70% расчетного сопротивления древесины;

II – то же что и I, с использованием не более 70% расчетного сопротивления древесины, сжатые и изгибаемые элементы, сжатая зона (не менее 0,1 высоты поперечного сечения от сжатой кромки) многослойных балок высотой более 50 см;

III – настилы, обрешетка под кровлю и неответственные элементы, повреждение которых не нарушает целостность несущих конструкций, а также средняя зона по высоте поперечного сечения изгибаемых, сжатых и сжато-изгибаемых многослойных элементов, стенка из досок на ребро в двутавровых балках.

СНиП II-V.4-71 «Деревянные конструкции. Нормы проектирования» [15] объединил в себе СНиП I-V.13-62 и СНиП II-V.4-62. При этом для I и II категорий многослойных элементов зоны увеличились с 0,1 до 0,17.

Из следующей редакции СНиП II-25-80 «Деревянные конструкции. Нормы проектирования» [16] исключена классификация по категориям элементов деревянных конструкций. Взамен появилась классификация по сортам древесины (табл. 9).

Таблица 9

Расчетные сопротивления древесины сосны и ели растяжению, сжатию и изгибу по СНиП II-25-80

Напряженное состояние и характеристики элементов	Обозначение	Расчетные сопротивления, $\frac{\text{МПа}}{\text{кгс/см}^2}$ для сортов древесины		
		1	2	3
1. Изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон:				
а) элементы прямоугольного сечения (за исключением указанных в п. б и в) высотой до 50 см	$R_{и}$ $R_{с}$ $R_{см}$	14 ----- 140	13 ----- 130	8,5 ----- 85
б) элементы прямоугольного сечения шириной св. 11 до 13 см при высоте сечения св. 11 до 50 см	$R_{и}$ $R_{с}$ $R_{см}$	15 ----- 150	14 ----- 140	10 ----- 100
в) элементы прямоугольного сечения шириной св. 13 см при высоте сечения св. 13 до 50 см (см. табл.7)	$R_{и}$ $R_{с}$ $R_{см}$	16 ----- 160	15 ----- 150	11 ----- 110
г) элементы из круглых лесоматериалов без врезок в расчетном сечении	$R_{и}$ $R_{с}$ $R_{см}$	-	16 ----- 160	10 ----- 100
2. Растяжение вдоль волокон:				
а) неклеёные элементы	$R_{п}$	$\frac{10}{100}$	$\frac{7}{70}$	-
б) клеёные элементы	$R_{п}$	$\frac{12}{120}$	$\frac{9}{90}$	-

В СП 64.13330.2011 «Деревянные конструкции. Нормы проектирования» [17], являющемся актуализированной редакцией СНиП II-25-80, порядок назначения расчетных сопротивлений не изменился.

В России до настоящего времени классификация прочностных характеристик древесины конструкций основана на понятии сорта. Каждый сорт характеризуется определенными показателями пороков древесины [18]. При этом не делается разницы между древесиной различных зон произрастания, прочностные показатели назначаются по самой слабой, южной древесине. В Европе более 50 лет назад перешли с сортов на классы прочности. В настоящее время и в России начат переход на классы прочности. Если в строительстве применяется только три сорта, с 1-го по 3-й, то классов прочности пиломатериалов 12 [19], а клеёных деревянных элементов 6 [20]. Переход на классы прочности позволит принимать более экономичные решения, рационально использовать качественную отечественную древесину с повышенными прочностными характеристиками.

Расчетное сопротивление древесины зависит, в том числе, от времени действия расчетных нагрузок. И в СП 64.13330.2011, и во всех редакциях СНиП указывалось, что базовые расчетные сопротивления относились к расчету на действие постоянной и временной нагрузок. Однако анализ показывает, что под временной нагрузкой понимаются только снеговая нагрузка и полезная нагрузка на перекрытия. Для конструкций, в которых напряжения в элементах, возникающие от постоянных и временных длительных нагрузок, превышающих 80% суммарного напряжения от всех нагрузок, вводится коэффициент условия работы $m_d = 0,8$. Для конструкций, рассчитываемых с учетом воздействия кратковременных (ветровой, монтажной или гололедной) нагрузок, а также нагрузок от тяжения и обрыва проводов воздушных ЛЭП и сейсмической, вводятся коэффициенты условия работы m_n (табл. 10). Таким образом, для учета зависимости расчетного сопротивления от длительности действия нагрузки приходится пользоваться разными коэффициентами условия работ.

Таблица 10

Коэффициент условия работы m_n

Нагрузка	Коэффициент m_n	
	для всех видов сопротивлений, кроме смятия поперек волокон	для смятия поперек волокон
1 Ветровая, монтажная, кроме указанной в поз. 3	1,2	1,4
2 Сейсмическая	1,4	1,6
<i>Для опор воздушных линий электропередачи</i>		
3 Гололедная, монтажная, ветровая при гололеде, от тяжения проводов при температуре ниже среднегодовой	1,45	1,6
4 При обрыве проводов и тросов	1,9	2,2

В СП 64.13330.2017 «Деревянные конструкции. Нормы проектирования» [21] изменена методика назначения расчетных сопротивлений древесины для обеспечения единообразия при любых сочетаниях нагрузок. Сам СП носит промежуточный характер и позволяет проектировать конструкции, разделенные как по классам прочности, так и по сортам.

Расчетные сопротивления древесины и древесных материалов R^p , отсортированных по классам прочности, определяются по формуле

$$R^p = R^n m_{dl} \cdot \Pi m_i / \gamma_m, \quad (4)$$

где R^n – нормативная прочность материала, МПа, определенная с обеспеченностью 0,95, приведенная в приложении В [21];

m_{dl} — коэффициент длительной прочности, соответствующий режиму длительности нагружения (табл. 11);

γ_m – коэффициент надежности по материалу (см. табл. 6), определяемый из условия

перехода от обеспеченности 0,95 для R^H к обеспеченности 0,99 для R^P по формуле

$$\gamma_m \geq (1 - \eta_H v) / (1 - \eta_P v), \quad (5)$$

$\eta_H = 1,65$ – квантиль в предполагаемой статистической функции распределения с обеспеченностью 0,95;

$\eta_P = 2,33$ – квантиль в предполагаемой статистической функции распределения с обеспеченностью 0,99;

v – коэффициент вариации, принимаемый по результатам испытаний или по табл. 6 [21].

Таблица 11

Коэффициент длительной прочности $m_{дл}$

Режим нагружения	Характеристика режимов нагружения	Приведенное расчетное время действия нагрузки t, c	Коэффициент длительной прочности, $m_{дл}$
А	Линейно возрастающая нагрузка при стандартных машинных испытаниях	1—10	1,0
Б	Совместное действие постоянной и длительной временной нагрузок, напряжение от которых превышает 80% от полного напряжения в элементах конструкций от всех нагрузок	$10^8—10^9$	0,53
В	Совместное действие постоянной и кратковременной снеговой нагрузок	$10^6—10^7$	0,66
Г	Совместное действие постоянной и кратковременной ветровой и (или) монтажной нагрузок	$10^3—10^4$	0,8
Д	Совместное действие постоянной и сейсмической нагрузок	$10—10^2$	0,92
Е	Действие импульсивных и ударных нагрузок	$10^{-1}—10^{-8}$	1,1—1,35

Режим нагружения А характеризуется линейно возрастающей нагрузкой до достижения разрушения при стандартных машинных испытаниях. В табл. 11 приведенное расчетное время действия нагрузки t эквивалентно времени действия постоянной нагрузки, при которой произошло разрушение [22]:

$$t = t'_1 / 38,2, \quad (6)$$

где t'_1 – время испытания до разрушения линейно возрастающей нагрузкой, с.

Таким образом, время стандартных испытаний до разрушения составляет от 40 с до 6,5 мин.

При расчете по сортам изменен порядок назначения расчетных сопротивлений. За базовые приняты расчетные сопротивления R^A , полученные по результатам стандартных испытаний (см. табл. 10), а не соответствующие комбинации нагружения постоянная + снеговая нагрузки:

$$R^A = R^{Bp} (1 - \eta_P v) = R^H / \gamma_m, \quad (7)$$

где $R^{вр}$ – величина временной прочности древесины (среднее значение распределения).

Сравнение величин базовых расчетных сопротивлений сжатию и растяжению вдоль волокон и изгибу согласно СП 64.13330.2011 и СП 64.13330.2017 приведено в табл. 12.

Таблица 12

Расчетные сопротивления древесины по СП 64.13330.2017 и СП 64.13330.2011

Напряженное состояние и характеристика элементов	Расчетные сопротивления по СП 64.13330.2017/СП 64.13330.2011, для сортов древесины, МПа			
	Обозначение	1	2	3
1 Изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон:				
а) элементы прямоугольного сечения (за исключением указанных в п. б, в) высотой до 50 см		21/14	19,5/13	13/8,5
б) элементы прямоугольного сечения шириной свыше 11 до 13 см при высоте сечения свыше 11 до 50 см	$R_{н}^A/R_{н}^P$, R_c^A/R_c^P	22,5/15	21/14	15/10
в) элементы прямоугольного сечения шириной свыше 13 см при высоте сечения свыше 13 до 50 см	$R_{см}^A/R_{см}^P$	24/16	22,5/15	16,5/11
г) элементы из круглых лесоматериалов без врезок в расчетном сечении		—	24/16	15/10
2 Растяжение вдоль волокон:				
а) элементы из цельной древесины	R_p^A/R_p^P	15/10	10,5/7	—
б) клееные элементы		18/12	13,5/9	—

Расчетные сопротивления отсортированной по сортам древесины сосны, ели и лиственницы европейской определяются по формуле

$$R^P = R^A m_{дл} \prod m_i, \quad (8)$$

где R^A — расчётное сопротивление древесины, МПа, приведенное в табл. 12, влажностью 12% для режима нагружения А согласно табл. 11 в сооружениях 2-го класса функционального назначения, согласно приложению Б СП 64.13330.2017 [21], при сроке эксплуатации до 50 лет;

$m_{дл}$ — коэффициент длительной прочности, соответствующий режиму длительности нагружения (табл. 11);

$\prod m_i$ — произведение коэффициентов условия работ.

По результатам вычислений расчетные сопротивления конкретных конструкций в определенных условиях не будут отличаться от расчетных сопротивлений, определенных по СП 64.13330.2011, но логика назначения $m_{дл}$ будет понятнее: чем больше приведенное расчетное время действия нагрузки, тем ниже величина расчетного сопротивления. Так, при произведении коэффициентов условия работы $\prod m_i = 1$ расчетное сопротивление изгибу древесины 2-го сорта шириной сечения более 130 мм и высотой до 500 мм при действии постоянных и снеговой нагрузок составит

$$R_{и,СП64.13330.2017} = 22,5 \cdot 0,66 \cdot 1 = 14,9 \text{ МПа} \approx R_{и,СП64.13330.2011} = 15 \text{ МПа},$$

где 22,5 относится к $R_{и}^A$ для древесины 2-го сорта;

0,66 относится к $m_{дл}$ для режима нагружения В.

После перевооружения предприятий по переработке древесины и промышленно-сти строительных материалов на основе древесины и после перехода на сортировку по классам прочности в нормативных документах останется один способ определения расчетных сопротивлений – через нормативные сопротивления с учетом характера нагружения и условий эксплуатации.

Библиографический список

1. Керстен К. Современные инженерные деревянные конструкции. Руководство для транспортных ВТУЗов. — М.-Л.: ОГИЗ Гострансиздат, 1932.
2. Технические условия и нормы проектирования и возведения деревянных сооружений. — М.-Л., 1931.
3. Анненков М.Д. Курс деревянных конструкций. — М.-Л.: Главная редакция строительной литературы, 1938.
4. Карлсен Г.Г., Большаков В.В., Каган М.Е., Свенцицкий Г.В. Курс деревянных конструкций. Часть I. — М.: Стройиздат Наркомстроя, 1941.
5. ОСТ 90001-38 Нормы и технические условия проектирования деревянных конструкций. — М.-Л., 1939.
6. Инструкция по проектированию деревянных конструкций. — М.-Л., Госстройиздат, 1940.
7. Указания по проектированию и применению деревянных конструкций в условиях военного времени. — М.: Стройиздат Наркомстроя, 1941.
8. НиТУ 2-47 Нормы и технические условия проектирования деревянных конструкций. — М.: Госстройиздат, 1948.
9. Расчет строительных конструкций по предельным состояниям / Под ред. В.М. Келдыша. — М.-Л., 1951.
10. Карлсен Г.Г., Большаков В.В., Каган М.Е., Свенцицкий Г.В. Деревянные конструкции. 2-е изд. — М.-Л.: Стройиздат, 1952.
11. Коченов В.М. Расчет деревянных конструкций по расчетным предельным состояниям. — М.: Стройиздат, 1955.
12. НиТУ 122-55 Нормы и технические условия проектирования деревянных конструкций.
13. СНиП II-V.4-62 Деревянные конструкции. Нормы проектирования. — М.: Стройиздат, 1962.
14. СНиП I-V.13-62 Лесные материалы. Изделия и конструкции из древесины. — М.: Стройиздат, 1962.
15. СНиП II-V.4-71* Деревянные конструкции. Нормы проектирования. — М.: Стройиздат, 1978.

16. СНиП II-25-80 Деревянные конструкции. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат, 1981.
17. СП 64.13330.2011 Деревянные конструкции. Нормы проектирования.
18. ГОСТ 8486-86 Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия.
19. ГОСТ 33080-2014 Конструкции деревянные. Классы прочности конструктивных пиломатериалов и методы их определения.
20. ГОСТ 33081-2014 Конструкции деревянные клееные несущие. Классы прочности элементов конструкций и методы их определения.
21. СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции. Нормы проектирования.
22. Рекомендации по испытанию деревянных конструкций. — М.: Стройиздат, 1976.

Автор

Александр Алексеевич ПОГОРЕЛЬЦЕВ, канд. техн. наук, зав. лабораторией несущих деревянных конструкций, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство», Москва

Alexander POGORELTSEV, Ph.D. (Engineering), Chief of Load-bearing wood structures laboratory of TSNIISK named after V.A. Koucherenko JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: pogara@yandex.ru

тел.: +7 (499) 174-77-45; +7 (916) 272-37-67